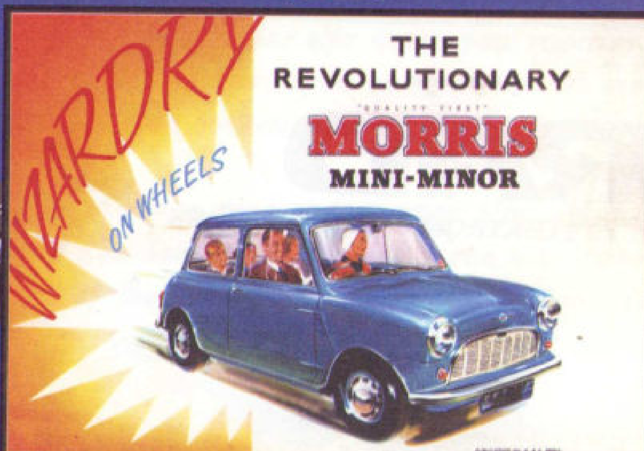
De Allesweter

populair wetenschappelijk tijdschrift voor de nieuwsgierige mens met elekronica, treinen, boten, modelbouw, techniek, audio, beveiliging en achtergronden

1ste jaargang, nr. 2, prijs fl. 7,95/Bfr. 199





- Audio, samenhang en basisprincipes
- De elektro-impeller
- Nikkel-metaal accu's
- De Mini Cooper
- Het station Nieder-Ramstadt-Traisa
- Laatste zonnecel-ontwikkelingen
- RC-racing
- Kwantum-computers







Redactioneel

Nummer 2: anders?

Voor u ligt inmiddels nummer 2 van De Allesweter. Op het eerste nummer zijn enorm veel reacties gekomen. Veel meer dan ik had durven hopen en verwacht. De meeste reacties hadden betrekking op de onderwerpen die u als lezer graag in De Allesweter wilt lezen.

Veel van deze onderwerpen zijn niet direct invulbaar. We hebben echter wel aan een aantal verzoeken van u voldaan. Zo is dit nummer vooral geënt op de Modelbouw. Hier zijn zeer veel verzoeken over binnengekomen. Dit onderwerp was dan ook naar verhouding snel te realiseren.

Een groot aantal andere verzoeken betroffen elektronica-onderwerpen. Deze verzoeken komen de komende nummers aan bod. Deze nummers verschijnen in 2001. Deze toekomstige artikelen hebben meer voeten in de aarde en vergen meer voorbereidingstijd van de redactie. U moet dus nog even geduld hebben.

Desondanks denk ik dat ook dit nummer aan uw verwachting voldoet. Het is een nummer geworden met een keur aan artikelen, uiteenlopend van de eerste stappen van hoe je een modelbaan moet opzetten, tot aan de laatste ontwikkelingen op het gebied van zonnecellen en niet te vergeten de quantum-computer. Ook het audio-aspect is niet onderbelicht gebleven. Alles wat u al over audio wilde weten wordt hier behandeld. Het vorige artikel van dezelfde auteur over de DVD heeft enorm veel positieve reacties opgeleverd. Wij hopen met dit artikel over audio wederom vele lezers tevreden te stellen.

Wat dacht u van de modelstraaljagers? Hier een artikel over de impeller, het hoe en waarom, maar vooral over de achtergronden hoe deze voortstuwing is ontwikkeld, doordrenkt met een beetje techniek en theorie.

Kortom: een De Allesweter met een voor iedereen interessante onderwerpen. Leesvoer voor de donkere dagen die ons tegemoet komen.

Rest mij een ieder goede feestdagen te wensen en een voorspoedig 2001. Misschien wat vroeg, maar misschien ook te laat als u De Allesweter pas na nieuwjaarsdag 2000/2001 onder ogen krijgt.

In ieder geval: veel leesplezier en stuur ons uw reacties!!

Dirk Scheper

Inhoud

6

Audio



Audio is de verzamelnaam voor alles wat met geluidsweergave te maken heeft. Het heeft zich tot een zeer veelzijdig gebeuren ontwikkeld dat vaak ingewikkelder lijkt dan het in wezen is.



Tips voor het afstellen van RC-cars

18

Tuning betekent feitelijk alleen maar 'afstellen'. Dit zegt al veel meer dan de gangbare mening waar wordt beweert dat alleen een snellere motor de zaak kan klaren. In dit artikel willen we enkele mogelijkheden voorstellen waarmee we de auto voor te breiden op het baanverloop en de gesteldheid van de weg evenals op de wijze waarop u de auto bestuurd.

24

Elektro-impeller - de fluisterzachte straalmotor (deel 1)



De huidige maatschappij met al zijn technologische ontwikkelingen heeft ook de modelbouw bereikt. Steeds meer straaljager modellen, natuurgetrouw nagemaakt en voorzien van technologische hoogstandjes, zijn op tentoonstellingen en vliegdagen te bekijken.



Alles Mini, of?

28

Wat hebben Paul McCartney, Enzo Ferrari, Brigitte Bardot, Niki Lauda en onze redactie-assistente Silve Herold gemeenschappelijk? Allemaal reden, of rijden, ze een van de beroemdste auto's die ooit zijn gebouwd: de Mini Cooper!

Colofon

DE ALLESWETER
(jaargang 1, nr 2)

is een uitgave van
Bureau Belper Communications V.O.F.
Batterijlaan 39
NL - 1402 SM Bussum
Tel.: 035 6424831
Fax.: 035 6936293

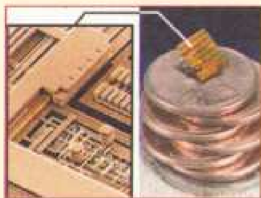
E-mail: Belper@Euronet.nl
Web-site: WWW.RBE.NL
Postbank 21.35.596

Hoofdredactie
D.J.F. Scheper
e-mail: rbe@rbe.nl

Prepress:
Van der Weij B.V., Toos van Beek

Medewerkers:
G. van de Werff, R. Wals,
Patrick Winkelhorst,
Wim van Bussel,
Bert Aarts,
Frank de Groot,
Klaas Zwarthof,
S.D. Scheper, G.R. Belecke
Bert Fruitema
Nico Baaijens

Nieuwe type computer in de maak



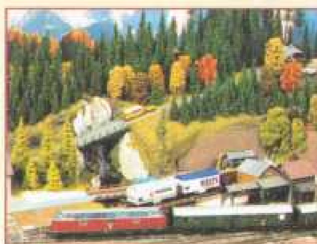
De computer van vandaag houdt onze snelle wereld draaiende. Toch wordt hij al een behoorlijk dagje ouder. De technologieën in de hedendaagse computer zitten aan hun plafonds. Hoog tijd voor nieuw, beter, sneller en anders. Dat zit er nu aan te komen in de vorm van de kwantumcomputer.

Panasonic HHR300SCP

De Panasonic HHR300SCP zorgt voor een grote stap voorwaarts in de realisering van extreem zwaar te belasten accu's. Belastbaarheid in combinatie met voldoende capaciteit is voor ons en onze hobby van groot belang.



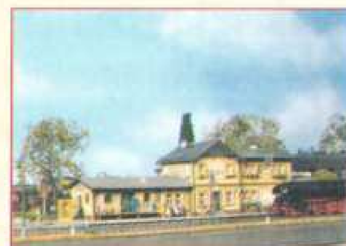
Het station Nieder-Ramstadt-Traisa



Meestal gebeurt het vrij plotseling en staat daar ineens dat kleine spoorbaantje in de hoek van de kamer. Soms als gevolg van een startkit die een treintje in een ellipsvormige baan rondjes laat draaien. Langs welke weg de miniatuurbaan de juiste snaar weet te raken om de droom van een eigen treinbaan of complex waar te maken, maakt niet uit. Eens moet het gebeuren.

Arnold viert 40-jarig jubileum Spoor N

In 1960 stelde Arnold haar eerste modellen voor. Dit gebeurde op de Spielwarenmesse. Hoewel nog steeds het bekende H0-spoor de markt domineert, bevindt het N-spoor zich op een goede tweede plaats als het gaat om de gunst van de modelbouwer.



Elektronen en zonnecellen, een nieuwe ontwikkeling



In deze uitgave gaan we in op nieuwe ontwikkelingen en op een bijzondere zonnecel. Deze ontwikkeling is afkomstig van de Technische Universiteit Delft.

Colofon

Advertentieverkoop:
D.J.F. Scheper
Tel.: 035 6424831
Fax.: 035 6936293

Druk:
Van der Weij Grafische Bedrijven B.V.

Distributie:
België: PVD België
Nederland: Betapress, Gilze

ISSN: 0928-500



Audio is de verzamelnaam voor alles wat met geluidsweergave te maken heeft. Het heeft zich tot een zeer veelzijdig gebeuren ontwikkeld dat vaak ingewikkelder lijkt dan het in wezen is. Want in alles zit een logisch verband, en begrip van het ene leidt vanzelf tot begrip van het andere. Waar gaat het om? Om het overdragen en weergeven van geluid. Dit kan direct gebeuren, maar ook kan het geluid eerst worden vastgelegd om op een later tijdstip ten gehore worden gebracht.

Samenhang en basisprincipes

Geluid

Geluid, dat is alles wat hoorbaar is: spraak, muziek, geluiden. Geluid is niet iets statisch, het bestaat uit trillingen. Nauwkeuriger: luchttrillingen. Dag en nacht worden we omspoeld door trillingen van allerlei aard: zichtbare, voelbare, hoorbare en nog veel meer soorten trillingen die niet zijn waar te nemen. In dit overweldigend grote totaalspectrum, dat zich tot vele miljoenen trillingen per seconde (uitgedrukt in Hertz) uitstrekt, neemt het geluidsspectrum slechts een kleine plaats in: het speelt zich af tussen ca. 20 en 20.000 Hz of, anders gezegd, het beslaat een frequentieband van 20 kHz. Een gebiedje van niets, maar toch, wat een moeite kost het om deze relatief geringe trillingsomvang te beheersen! Welk muziekinstrument presteert het om dit gebied van laag tot hoog in zijn geheel weer te geven? De piano? Nee, die komt niet hoger dan ruim 4000 Hz en begint pas bij 30 Hz. Een piccolo dan, ja een piccolo komt flink hoog: tot zo'n 15.000 Hz. Maar die begint pas bij 1500 Hz. En zo heeft ieder muziekinstrument in feite maar een zeer beperkte frequentieomvang. Het is dan ook een waar wonder dat de moderne audio-apparatuur dit gebied zo volledig en zo perfect weet weer te geven!

Geluid ontleed

Geluid is meer dan een frequentieband van 20 tot 20.000 Hz. Geluid is ook een kwestie van zachte en luide klanken. De zachtste toon die we niet meer kunnen horen heeft een sterkte van 0 dB en de luidste toon die we nog kunnen verdragen ligt bij 120 dB. Dat is de pijngrens. Een volledig symfonie-orkest, live in de zaal, produceert bij de fortissimo's zon 80 dB.

Dynamiekomvang

Het verschil tussen de zachtste en luidste passages is de dynamiekomvang. Als een orkest in de zachtste passages nog met een sterkte van 20 dB speelt en in de luidste passages met 50 dB, is er sprake van een dynamiekomvang van 30 dB.

Stereo

Geluid is ook stereofonisch. Dat wil

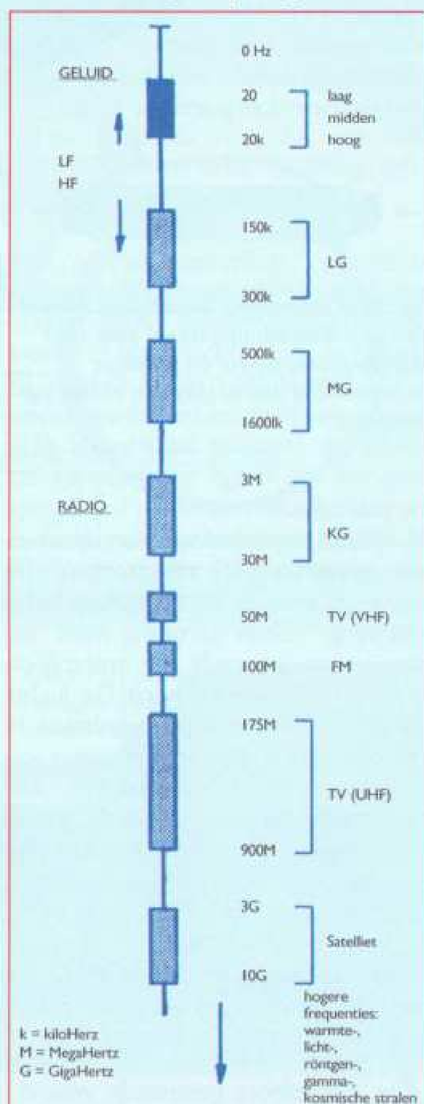
zeggen: wij horen stereofonisch. Dankzij onze twee oren horen we diepte en voelen we ruimte. Het stereo-aspect is dan ook een wezenlijk deel van het geluid.

Detaillering

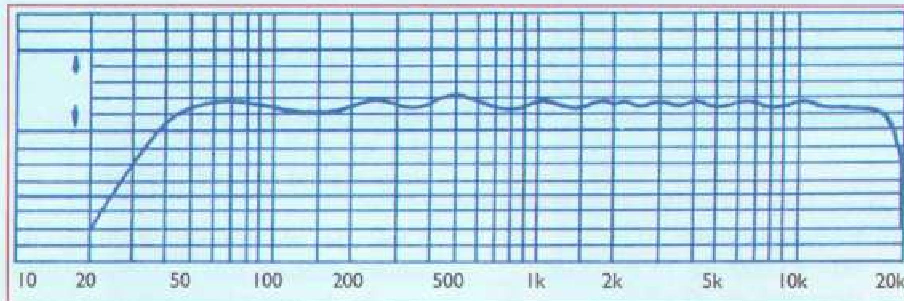
Bij het luisteren naar een orkest horen we niet alleen de lage en hoge, maar ook de zachte en luide tonen door elkaar. We herkennen duidelijk de verschillende instrumenten en we kunnen met de ogen dicht aanwijzen waar ze allemaal precies staan. Het menselijk oor is zeer gevoelig voor dit soort detailleringen en die moeten bij de weergave dan ook duidelijk ten gehore worden gebracht.

Impulsgeluiden

Geluid bestaat ook uit plotselinge geluidssprongen, impulsgeluiden ofwel transiënts. Dit is bijvoorbeeld het geval bij pauke- en drumslagen, en felle aanslagen op de gitaar.



Afb. 1 Het hoorbare frequentiegebied en de radio- en tv-frequenties.



Afb. 2.Z Praktische, goede audio frequentiekarakteristiek: wel met wat kronkeltjes, maar toch recht binnen + en – 3dB.

Boventonen

Een ander belangrijk fenomeen zijn de boventonen of harmonischen. Dit zijn veelvouden van de eigenlijke grondtoon die ver boven de bovenste gehoorgrens kunnen uitkomen. Die horen we weliswaar niet direct, maar ze zijn ondertussen wel van grote invloed op de uiteindelijke klank.

Zuiverheid

Goed gespeelde muziek in een akoestisch goede omgeving klinkt schoon en zuiver. Het geluid is dan vrij van vervorming en vrij van bijgeluiden, zoals brom, ruis of jank.

Eisen aan de audio-installatie

Om bij de weergave een natuurgetrouw beeld van de oorspronkelijke muziekopname te krijgen moeten bovengenoemde geluidsaspecten min of meer onaangetast worden verwerkt en doorgegeven. Gebeurt dat dan kan men spreken van hi-fi ofwel high fidelity. Dit is overigens een begrip dat tegenwoordig geen wezenlijke inhoud meer heeft. Want zelfs bij de eenvoudigste stereoset is in het algemeen sprake van een zeer hoge weergavekwaliteit, waarbij men altijd wel van hi-fi kan spreken. Wat niet wegneemt dat er binnen de hi-fi-aanname toch zeker wel verschillen kunnen zijn.

Geluid

- √ frequentieband 20 - 26.000 Hz
- √ dynamiek. max 120 dB
- √ stereofonisch
- √ detaillering
- √ transiënts
- √ boventonen of harmonischen
- √ vrij van vervorming
- √ vrij van bijgeluiden

Frequentiebereik

De laagste toon die de mens kan horen is 16 Hz. Toch hoeft die laagste toon voor een goede weergave beslist niet te worden weergegeven. Om van een goede, natuurgetrouwe weergave te kunnen spreken mag het toongebied beginnen bij zo'n 40 Hz, en dat moet dan doorlopen tot 20.000 Hz. Mooier is het als het gebied van 20 à 30 tot 40 Hz ook meekomt, maar per se noodzakelijk is dat niet.

Voor natuurlijke weergave is een frequentiespectrum van 49 - 20 000 Hz voldoende.

Frequentiekarakteristiek

Alle frequenties moeten door de audio-apparatuur gelijk worden behandeld. Alle tonen moeten in precies dezelfde mate worden versterkt. Anders gezegd: de frequentiekarakteristiek moet recht zijn en als er al golvingen in de kromme zitten, mogen die niet te abrupt zijn.

Dynamiekomvang

Er moet een dynamiekomvang van ca. 50 dB kunnen worden verwerkt. Groter is zinloos: de huiskamer is te klein en de buren wonen te dichtbij.

Dynamiek:
het verschil tussen de zachtste en luidste passages.

Geen ruis

In de zachtste passages mag geen ruis te horen zijn. Dit is een aspect dat door de CD actueel is geworden. De goede CD heeft absolute stilte in de stille passages – dat is een van de grootste winstpunten van digitale weergave, muzikaal wellicht het grootste.

Ruimtelijkheid en klankkwaliteit

Het ruimtelijke beeld, de klankkwaliteit, de detaillering en het impuls- of transiëntgedrag moeten vrijwel

gelijk zijn aan die van de oorspronkelijke muziek. Ook op deze gebieden heeft de digitale techniek zeer veel mogelijk gemaakt.

Eisen voor een goede weergave

- √ frequentiebereik 20 à 40 - 20 000 Hz (+ en -3 dB);
- √ dynamiek ca. 50 dB;
- √ geen hoorbare ruis;
- √ ruimtelijk geluidsbeeld;
- √ onvervormde klankkwaliteit;
- √ goede detaillering;
- √ goede transiëntweergave;
- √ geen ongerechtigheden als brom, ruis en jank.

Van geluid tot audiosignaal

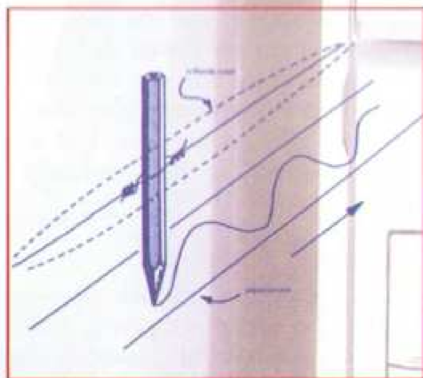
Audio is een elektrisch/elektronische kwestie. Aan het begin van het proces staat vrijwel altijd de microfoon. Dat is een elektrisch instrument dat de geluidstrillingen omzet in elektrische trillingen. (Elektronische klankopwekking geschiedt door het keyboard en de elektrische gitaar. Hier spreken we over elektronisch, omdat hier tevens sprake van versterking is). Geluidstrillingen en de evenredige elektrische trillingen die in de microfoon worden opgewekt, worden in grafieken afgebeeld als golflijntjes. Dat is verwarrend. Want daardoor denkt menigeen dat het geluid door de ruimte golft en dat elektrische trillingen ook een soort golfbewegingen zijn. Maar dat is toch geenszins het geval! Luchttrillingen zijn heen en weer bewegende luchtdeeltjes, die bijvoorbeeld door een trillend trommelvel in beweging zijn gebracht. Eenmaal in beweging stoten ze achtereenvolgens hun buurman aan en zo plant zich een luchtbeweging via luchtverdunningen en -verdichtingen in alle richtingen voort.

Geluidstrillingen:
heen en weer bewegende luchtdeeltjes. Geen golven!

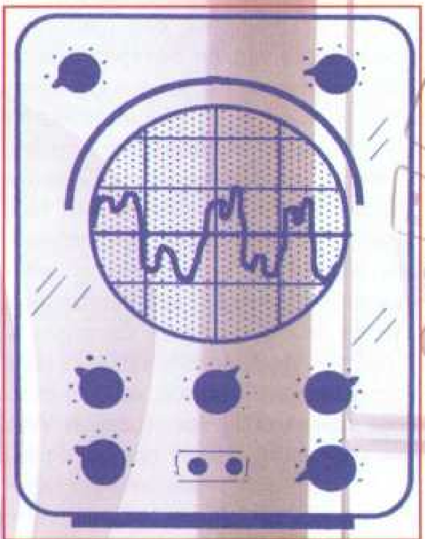
Geluid in beeld

Als we een potloodje aan het midden van een strakgespannen snaar bevestigen, zodanig dat dit met de punt op een langsglijdende papierstrook rust, kunnen we snaartrillingen zichtbaar maken. Zolang de snaar niet beweegt zien we een rechte streep, maar zodra de snaar in trilling komt en het potloodje heen en weer gaat bewegen, krijgen we een mooi golfpatroon te zien. Zo althans is de theoretische toestand. In de praktijk is de golfvorm, doordat er ook boventonen optreden, vrijwel altijd grilliger van vorm.

Ook de elektrische trillingen die onder invloed van de geluidstrillingen in de microfoon worden opgewekt zijn heel fraai in grafische vorm zichtbaar te maken en wel op het beeldscherm van een oscilloscoop.



Afb. 3 Een zichtbaar gemaakte geluidstrilling.



Afb. 4 Een via de oscilloscoop zichtbaar gemaakte geluidstrilling.

Ook nu zien we een golfvorm, maar dat betekent niet dat de elektrische trillingen als golfjes door de draden kabbelen. Nee, tijdens de ene helft van de golf bewegen de elektronen zich in de ene richting en tijdens de andere helft in de andere richting door de draad. Het betreft dus een heen- en weergaande beweging van de elektronen. Snel als het hoge frequenties betreft en langzaam als het om lage frequenties gaat. Net zoals de luchtdeeltjes blijven ze gewoon op hun plaats. Ze geven slechts de informatie door.

Dit is te vergelijken met het doorgeven van informatie via een rij knikkers in een holle buis. Door tegen de linker knikker te duwen komt op hetzelfde moment aan de andere kant van de buis de rechter knikker naar buiten. Het commando, de informatie, is vrijwel tijdloos doorgegeven.



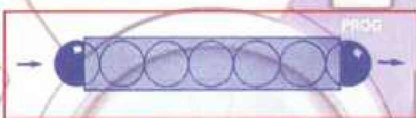


Fig. 5 De informatie wordt door middel van een doorschuifsysteem zeer snel doorgegeven, terwijl de knikkers (elektronen) nauwelijks van plaats veranderen.

De microfoon

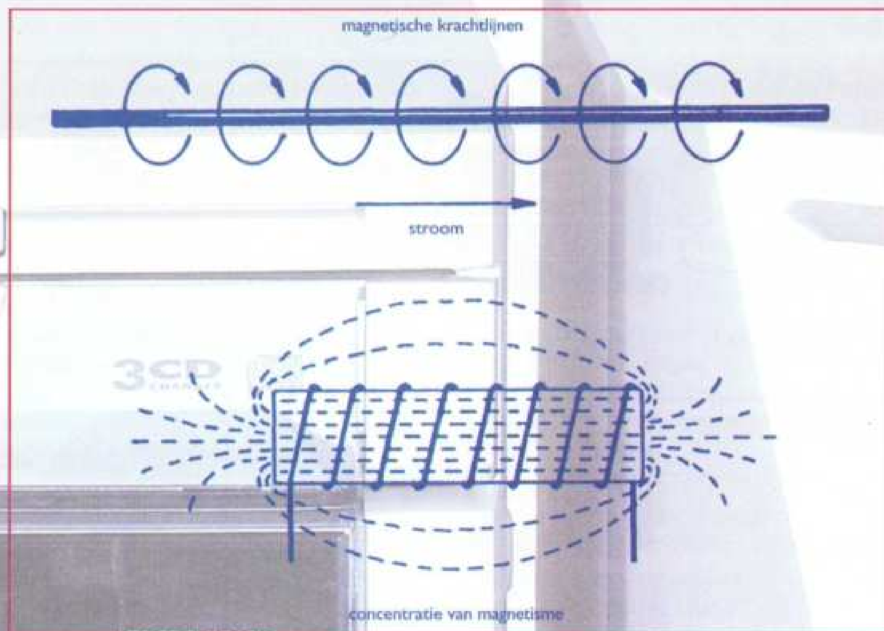
In feite is de microfoon een dynamo, een generator: hij zet mechanische bewegingen om in een elektrische spanning. (Geen stroom, want die vloeit pas wanneer de microfoon ergens op is aangesloten). De luchttrillingen brengen een membraan in trilling. Daar is een licht spoeltje van dun, geïsoleerd koperdraad aan bevestigd dat in hetzelfde ritme meebeweegt. En omdat het spoeltje in een magnetisch veld is opgehangen wordt er een elektrisch spanninkje in opgewekt waarvan de polariteit en sterkte direct evenredig zijn aan de bewegingen van het membraan en de geluidstrillingen.

De microfoon: generator waarin elektrische spanning wordt opgewekt.

En zo is er een elektrisch signaal opgewekt dat volkomen identiek ofwel analoog, is aan de geluidstrillingen. Dit althans is het geval bij de goede microfoon. Als de elektrische trillingen ook maar iets afwijken van de geluidstrillingen ontstaat vervorming. Dit moet natuurlijk worden voorkomen, niet alleen bij de microfoon, maar ook bij alle componenten van de hele opname/ weergaveketen, tot uiteindelijk de luidsprekers in de huiskamer toe.

Microfoonsignaal elektrische spanning waarvan sterkte en polariteit met die van het geluid mee variëren (analoog signaal).

Het in de microfoon opgewekte elektrische signaal (of het door een elektronisch instrument als keyboard of elektrische gitaar opgewekte signaal) is het audiosignaal. Dit is een zogenoemd laagfrequent signaal (LF). Elektrische trillingen die boven de gehoorgrens liggen zijn hoogfrequent (HF)-trillingen of, als het om zeer hoge frequenties gaat, zoals bij TV, Very of Ultra High Frequencies (VHF en UHF).



Afb. 7 Waar stroom is, is magnetisme.

Om een zo groot mogelijke draadlengte binnen de invloedssfeer van het magneetveld te kunnen brengen wordt een lange, geïsoleerde draad tot een spoel opgerold. De microfoon met zijn spoel in een magneetveld is daarvan een mooi voorbeeld.

Elektriciteit en magnetisme gaan samen

Waar elektriciteit is is magnetisme. Zodra er een elektrische stroom, zwak of sterk, door een draad vloeit, ontstaat rondom die draad een magneetveld. En andersom: zodra een elektradraad ofwel een elektrische geleider, zich in een variërend magneetveld bevindt wordt in die geleider een elektrische spanning opgewekt.

Let wel: een variërend magneetveld, want als het ook gold voor een vast magneetveld was er al stroom op te wekken louter door een draadje naast een magneet te leggen. Nee, de magneet (of de geleider) moet wel in beweging zijn.

Zeer veel toepassingen

Het is aan het elektromagnetische principe te danken dat we zo intensief van de diensten van het elektron gebruik kunnen maken. Elektromotoren, dynamo's, microfoons, luidsprekers, pick-upelementen, magneetkoppen, relais, transformatoren, al deze componenten zijn op dit principe gebaseerd. Al deze componenten vormen een brug tussen de elektronenwereld en onze wereld van kracht, beweging, geluid en noem maar op. Dankzij het Enkele voorbeelden van omzetting



Afb. 6 Het principe van de veel gebruikte magnetodynamische microfoon.

MOTOR

stroom

draaiende beweging

DYNAMO

draaiende beweging

stroom

LUIDSPREKER

stroom

heen en weergaande bewegingen

geluidstrillingen

MICROFOON

stroom

METER

stroom

wijzenuitslag

naaldtrillingen

PICKUP

stroom

Afb. 8 Enkele voorbee l den van omzetting van stroom in mechanische energie (motorprincipe), en van mechanische energie in stroom (dynamoprincipe).

van stroom in mechanische energie (motorprincipe), en van mechanische energie in stroom (dynamoprincipe)magnetisme heeft de mens toegang tot de elektronenwereld.

Elektromotor en dynamo

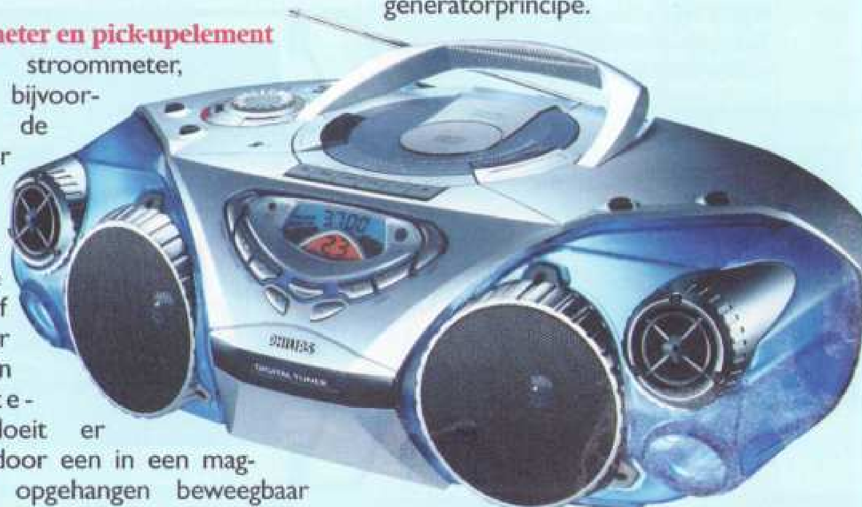
De elektromotor levert als gevolg van tegengestelde magnetische krachten (noord- en zuidpool, N en Z) tussen vaste en draaibare spoelen kracht en de dynamo levert op basis van diezelfde kracht stroom. Omdat ze allebei op hetzelfde principe zijn gebaseerd zijn ze ook andersom te gebruiken: de motor als dynamo en de dynamo als motor.

Microfoon en luidspreker

Net zoals de dynamo is de microfoon in feite een generator. Alleen worden nu geen draaiende, maar heen en weer gaande bewegingen in stroom omgezet. En zo is de luidspreker in feite een elektrische motor die heen en weer gaande bewegingen produceert. Dat geldt ook voor de hoofdtelefoon. De elektrische trilling, die identiek is aan het oorspronkelijke geluid, wordt aan een in een krachtig magneetveld opgehangen spoel doorgegeven. Deze zogeheten spreekspoel gaat heen en weer bewegen, de eraan bevestigde trechtervormige conus beweegt mee en brengt daardoor de omringende lucht in beweging: het oorspronkelijke geluid wordt weer hoorbaar.

Stroommeter en pick-upelement

Bij de stroommeter, zoals bijvoorbeeld de vroeger toegepaste mechanische VU- of dB-meter op een cassettedeck, vloeit er stroom door een in een magneetveld opgehangen beweegbaar spoeltje, waardoor de wijzer uitslaat. Het tegenwoordig ook nog nauwelijks toegepaste pick-upelement werkt eveneens op basis van magnetische krachten. De naald wordt door de groeftrillingen (in feite gestold geluid dat door de opnamebeitel in de plaat is gegroefd) in beweging gebracht, welke beweging in stroom wordt omgezet. Net als bij de microfoon ook hier weer het generatorprincipe.



Opneem/weergeefkop

Bij de opneem/weergeefkop van het cassettedeck zijn wel magnetische krachten, maar geen mechanische bewegingen in het spel. Bij opname wordt de elektrische trilling, het audio- signaal dus, aan een spoeltje toegevoerd dat is aangebracht om een rondgebogen kern van gemakkelijk magnetiseerbaar materiaal. De kern heeft aan de voorzijde een nauwe spleet, de kopspleet, waardoorheen het opgewekte magneetveld naar buiten treedt en de erlangs lopende magnetiseerbare geluidsband magnetiseert. Bij weergave wordt het bandmagnetisme via diezelfde spleet aan de kern overgedragen.



Afb. 9 Bij de opneem/weergeefkop wordt het in de kopkern kopgewekte magnetische veld bij opname via een spleet aan de band overgedragen. Bij weergave geschiedt de procedure andersom.

Omzettingen via magnetisme

geluid op plaat

snijbeitel (opname): elektrische trilling > mechanische trilling
pick-upelement (weergave): mechanische trilling > elektrische trilling

geluid op band

opnamekop: elektrische trilling > magnetische variatie
weergeefkop: magnetische variatie > elektrische trilling

geluidsweergever

luidspreker: elektrische trilling > luchttrilling
hoofdtelefoon: elektrische trilling > luchttrilling

microfoon

luchttrilling > elektrische trilling

HF-trillingen & elektromagnetische golven

Wanneer elektrische trillingen die boven de gehoorgrens liggen, HF-trillingen dus, op een zendantenne worden aangesloten, ontstaan elektromagnetische golven (vroeger ethergolven genoemd) die zeer grote afstanden kunnen overbruggen. In elk metalen voorwerp waarmee ze in aanraking komen wordt, zij het zwak, de oorspronkelijke HF-trilling opgewekt.

Door nu een audiosignaal ofwel een LF-trilling op de HF-trilling te moduleren is het mogelijk deze over te zenden. Aan de ontvangstzijde (in de radio of tuner) wordt het gemoduleerde HF-signaal gedemoduleerd, waardoor het oorspronkelijke audiosignaal beschikbaar wordt. Dit is de basis van de radiozend/ontvangtechniek. Hierover handelt een van de volgende afleveringen. Nu gaat het alleen om het basisprincipe.

Signaalbronnen

De microfoon is een signaalbron. Hij staat aan het begin van de audioketen en vormt de basis voor de volgende, algemeen toegepaste signaalbronnen:

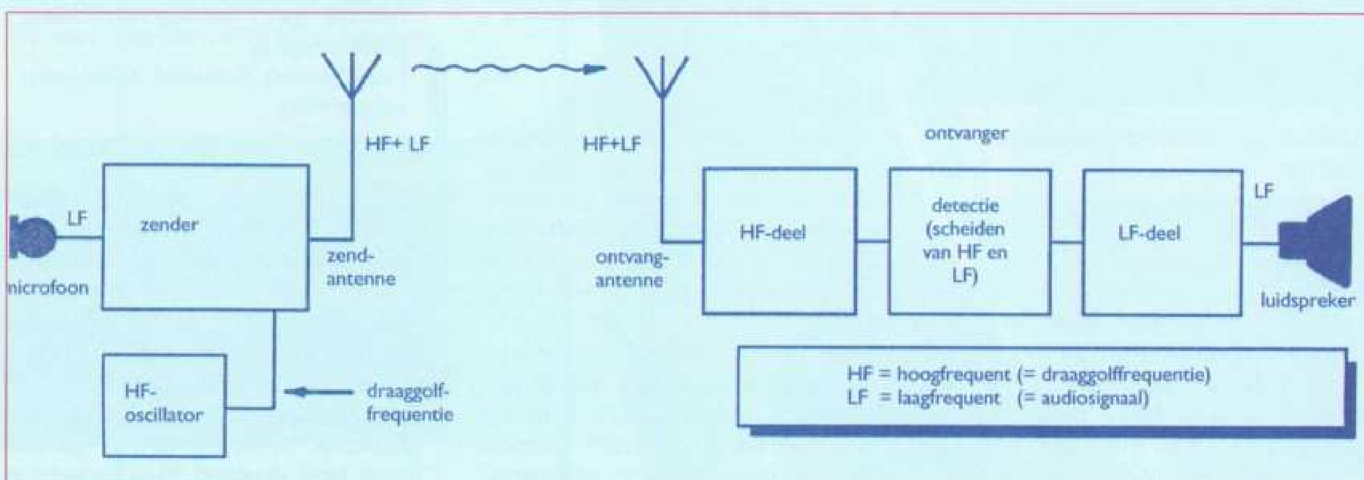
- Radio (AM en FM);
- LP en single, de analoge plaat;
- MC (muziekcassette), of zelf opgenomen audiocassette;
- CD, de digitale plaat;
- Digitale media als DAT, DCC en MiniDisc;
- TV, video, camcorder en andere beeldmedia met bijbehorend geluid.

Deze signaalbronnen zijn kwalitatief niet gelijk waardig aan elkaar. De laagste kwaliteit treffen we bij het radio AM-signaal aan, de hoogste kwaliteit bij de CD en andere digitale signaalbronnen.

De kwaliteit van de overige signaalbronnen kan als zeer hoogwaardig worden gekenschetst. De kwaliteit van de zelf opgenomen geluidscas-

Praktische grenzen van signaalbronnen (gemiddelde waarden)

	Frequentiebereik	Dynamische omvang	m/s	S/N	THD
Radio, AM	40-4500 Hz	40 dB (1:100)	mono	60 dB	0,1 %
Radio, FM	30-15.000 Hz	46 dB (1:200)	stereo	60 dB	0,1 %
LP	25-16.000 Hz	52 dB (1:400)	stereo	80 dB	0,01 %
CD en derg.	20-20.000 Hz	60 dB (1:1000)	stereo	90 dB	0,005 %



Afb. 10 Het principe van de radio-overdracht.

sette hangt natuurlijk niet alleen af van de kwaliteit van het opgenomen signaal, maar ook van de kwaliteit van de apparatuur. Dit aspect wordt nog wel eens over het hoofd gezien. Men spreekt van de 'volmaakte CD', het 'superieure cassettedeck', de 'cassette van topkwaliteit', zonder daarbij te bedenken dat die kwaliteit slechts gerealiseerd wordt als de hele audio- keten, van begin tot eind, aan diezelfde hoge eisen voldoet.

Versterking en verwerking

Microfoons, luidsprekers en dergelijke zijn omzetters ofwel transducers. Zoals we zagen werken er veel volgens het magnetische principe, maar bij de weergave van een digitale signaalbron als bijvoorbeeld de CD wordt een optische transducer gebruikt: laserstraal en fotocel. Daar wordt in een volgende aflevering nader op ingegaan. Hoe belangrijk de transducers ook zijn, het zijn slechts signaalomvormers. Er moet nog veel meer met de verschillende signalen worden gedaan om tot het einddoel: perfecte geluidsweergave, te komen. Er wordt dan ook op grote schaal gebruik gemaakt van elektronische versterkings- en verwerkingsschakelingen. Zwakke signalen moeten worden versterkt, ongewenste signalen moeten worden uitgefilterd en zo moet er op allerlei manieren met het audiosignaal worden gemanipuleerd.

Dat gebeurt met behulp van elektronische schakelingen. Het zwakke audiosignaal wordt aan de ingang toegevoerd en het versterkte, eventueel gecorrigeerde signaal komt er aan de uitgang uit. Dat is dan, bij opname, geschikt om op de band of de disc te worden gezet of, bij weergave, om aan de luidspreker te worden toegevoerd.

Transducer omzetter, signaalomvormer.

Elektronische en elektrische schakelingen

Elektronische schakelingen zijn opgebouwd uit onder meer weerstanden, condensatoren en transistors. Als die in microscopisch kleine toestand in een klein behuizinkje (een zwart blokje met een groot aantal aansluitingen) zijn ondergebracht is er sprake van een chip. Deze kan wel uit honderden van die minuscule componentjes bestaan. Schakelingen op basis van transistors of chips, die voor versterking van het signaal zorgen, hebben een voedingsspanning nodig. Het zijn actieve elementen. Dit in tegenstelling tot lampen, spoelen, weerstanden en motoren. Dit zijn passieve elementen. Dankzij de voeding kan door een actief element energie worden geleverd. Er is dan sprake van elektronica. Dat is het geval met alle audio- en video-apparatuur. Bij gebruik van passieve elementen is er sprake van elektriciteit. Zoals bij de lichtnetinstallatie in huis.

Passief element. heeft geen voeding nodig.
Actief element. heeft voeding nodig.

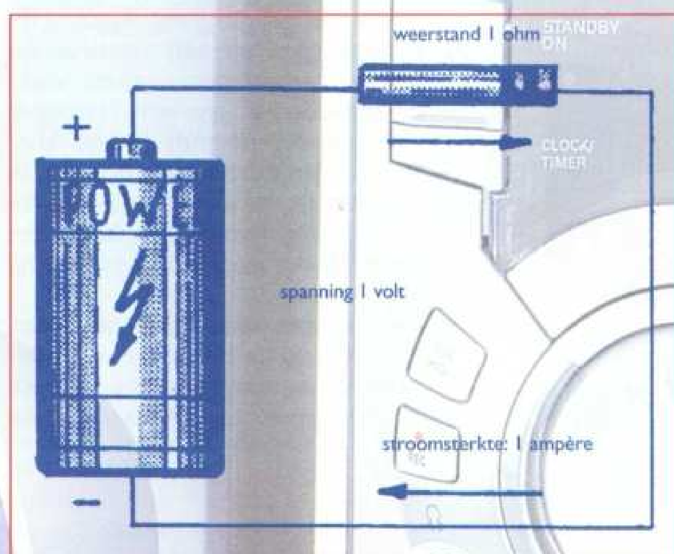


Fig. 11 Een spanning van 1 volt veroorzaakt in een weerstand van 1 ohm een stroomsterkte van 1 ampère. Nooit kan een van deze drie grootheden in zijn eentje veranderen. Altijd verandert een andere mee (U = I x R, volt = stroom x spanning).

De basis van elke schakeling

In elke elektrische of elektronische schakeling is sprake van spanning (volt), stroom (ampère) en weerstand (ohm). Dit drietal, waartussen een vast verband bestaat, vormt de basis van de elektriciteitsleer. Eerst spanning, dan stroom Het begin is de spanning: een te veel aan elektronen enerzijds en een te weinig aan elektronen anderzijds. De spanning kan bijvoorbeeld chemisch worden opgewekt (accu, batterij), of magnetisch (dynamo, microfoon). Pas als er een elektrische spanning is kan er een stroom vloeien. En, dit is zeer belangrijk: er kan pas een stroom vloeien als de stroomkring gesloten is, dat wil zeggen als er een stroomgeleidende weg is tussen het te veel (+) en het te weinig (-). Als de spanning groot is, vloeit er, als de elektronen weinig weerstand ontmoeten, door de geleider een grote stroom. Is de weerstand van de geleider groot, dan is de stroomsterkte gering.

Gelijkstroom

De stroom vloeit van te veel naar te weinig, van + naar –. Geschiedt dit op continue wijze, dan is er sprake van gelijkstroom. Dit is het geval bij de batterij en de accu, waarvan de polen onveranderlijk plus en min zijn.

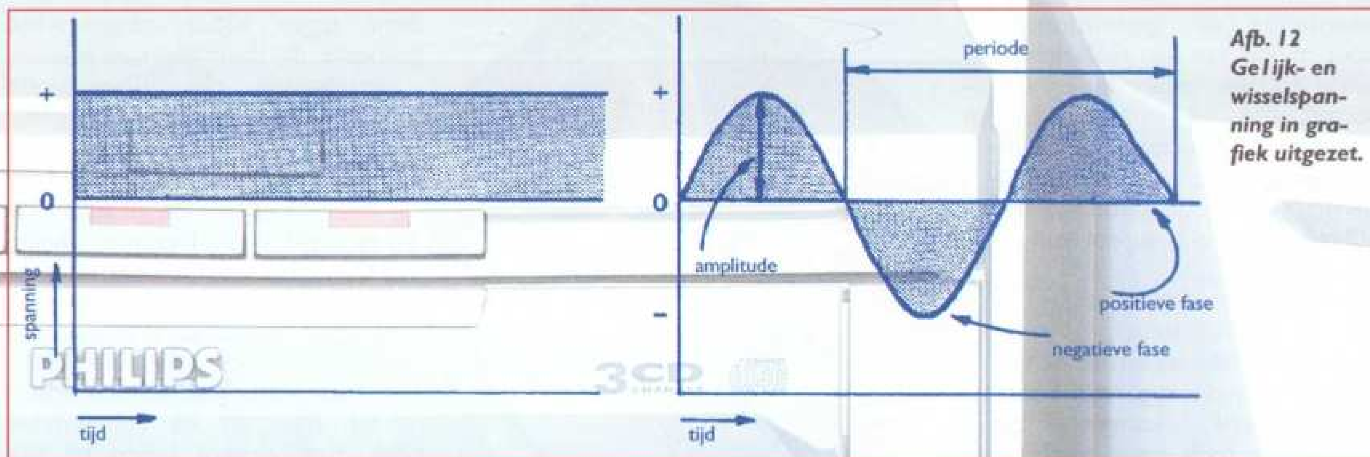
Wisselstroom

Bij de microfoon is geen sprake van gelijkstroom. Het trillende membraan wekt in de spoel een spanning op waarvan de polariteit met het steeds van richting veranderende membraan mee varieert. Er wordt geen gelijk- maar een wisselspanning opgewekt. Het audiosignaal is dan ook altijd een wisselspanning, zij het met variërende frequentie (afhankelijk van toonhoogte) en variërende amplitude (afhankelijk van signaalsterkte).

Batterij geen bewegende delen, gelijkspanning.
Fietsdynamo draaiend anker, wisselspanning.

Lichtnet

De spanning die uit het lichtnet wordt betrokken, is eveneens een wisselspanning, opgewekt door een zeer constant draaiende dynamo ofwel generator. De frequentie is dan ook uiterst constant (50 Hz), en de amplitude eveneens (220-230 volt). De golfvorm, afgeleid van de draaiende beweging van de generator is heel vloeiend. Men spreekt in dit geval van een sinusoïde, kortweg sinus.



Afb. 12 Gelijk- en wisselspanning in grafiek uitgezet.

Fase en faseverschuiving

Een hele golfbeweging, ofwel periode, bestaat uit een positieve en een negatieve fase. Als er als gevolg van een wisselspanning een wisselstroom door een geleider (een gloeilamp bijvoorbeeld) vloeit, is de stroom maximaal als de spanning maximaal is en, logisch natuurlijk, minimaal als de spanning minimaal is. Spanning en stroom zijn dan in fase. Door verschillende omstandigheden kunnen ze ook uit fase raken. De momentele sterkte van spanning en stroom lopen dan niet met elkaar in de pas. Er is dan sprake van faseverschuiving. Gebeurt dat in audio-apparatuur dan wordt het stereobeeld er door aangetast. Bij stereo-apparatuur van goede kwaliteit is dan ook het nodige gedaan om alle frequenties van het audiosignaal zonder noemenswaardige faseverschuiving door de gecompliceerde schakelingen heen te loodsen.

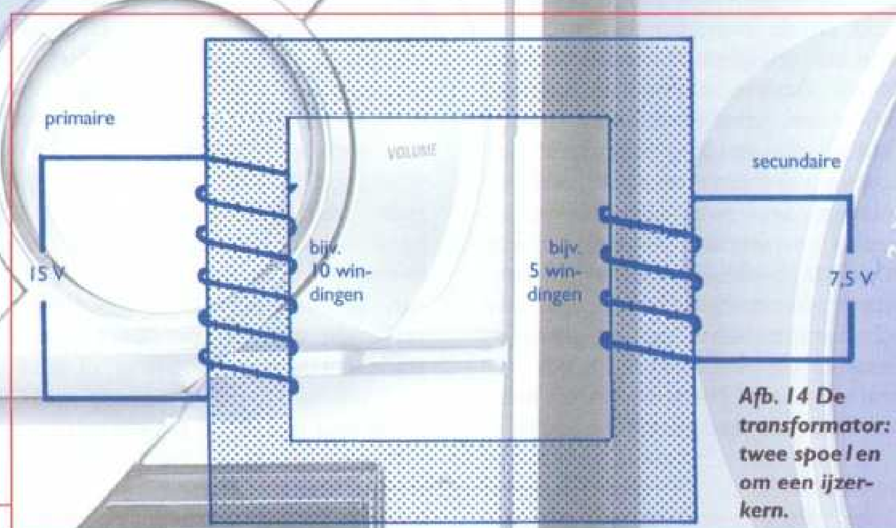
Transformator

Wisselspanning heeft het voordeel gemakkelijk in waarde te kunnen verhoogd of verlaagd. Dat gebeurt via een transformator. Die bestaat simpelweg uit twee spoelen die om een ijzerkern zijn gewikkeld. Een op de primaire spoel aangesloten wisselspanning induceert via de magnetiseerbare kern een wisselspanning in de secundaire spoel. Door middel van een bepaalde wikkelingverhouding is over de secundaire spoel elke gewenste spanningswaarde op te wekken. Perpetuum mobile? Nee, zeker niet, want de afgenomen energie (stroom x spanning of vermogen) kan nooit hoger zijn dan de toegevoerde energie. Dus: verhoogde spanning, dan geringere stroom en andersom.

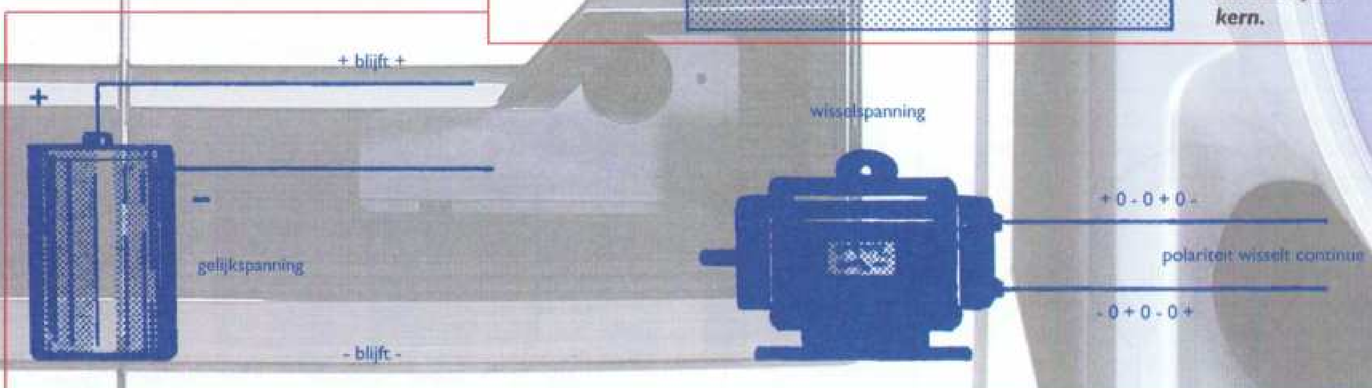
Alleen wisselspanning is op deze wijze te transformeren, daar alleen de wisselspanning een wisselend magneetveld opwekt. En zoals eerder naar voren gebracht kan alleen door middel van een wisselend magneetveld een elektrische spanning worden opgewekt.

Kan een transformator een gelijkspanning tet een hogere of lagere waarde brengen? Nee, dat kan niet. Er is geen wisselend magneetveld.

In audio-apparatuur wordt de netwisselspanning, na tot de gewenste



Afb. 14 De transformator: twee spoelen om een ijzerkern.



Afb. 13 De batterij: gelijkblijvende polariteit, dus gelijkspanning. De wisselstroomdynamo: wisselende polariteit, dus wisselspanning.

waarde te zijn getransformeerd, door middel van een gelijkrichtschakeling tot een gelijkspanning omgevormd. Als de audioschakelingen direct met wisselspanning zouden worden gevoed, zou uit de luidsprekers een ontoelaatbare 50Hz-brom hoorbaar worden!



Elektronica: slechts weinig bouwstenen

Hoewel de elektronische schakelingen in audio-apparatuur zeer gecompliceerd kunnen zijn, bestaan ze toch maar slechts uit enkele fundamentele bouwstenen, die in allerlei variaties steeds weer terugkeren. Zoals we zagen zijn er twee groepen: passieve en actieve elementen. Waar uitsluitend met passieve elementen wordt gewerkt spreekt men van elektriciteit, in het andere geval van elektronica.

Er zijn slechts drie passieve elementen: de weerstand, de condensator en de spoel Meer niet!

De actieve elementen zijn de elektronenbuis, waaronder de beeldbuis, en de moderne halfgeleiderfamilie: transistor, geïntegreerde schakeling (IC), de uitgebreide Large Scale IC (LSI) en de microprocessor die in feite een complete computerschakeling is. Actieve elementen hebben altijd een voedingspanning nodig. Dankzij die voeding kan door het actieve element energie worden geleverd. Een zwak signaal bijvoorbeeld kan worden versterkt. Niet door de beeldbuis natuurlijk, daar wordt de energie benut om een lichtsterk tv-beeld op te bouwen. Passieve elementen kunnen het signaal niet actief beïnvloeden en hebben dan ook geen voeding nodig.

De weerstand

Door elke geleider waar de elektrische stroom doorheentrekt ontmoet deze een zekere weerstand. Anders gezegd: elke geleider vormt een weerstand. Dat geldt ook voor een verbruiksartikel als de gloeilamp en de kachelspiraal. De een geeft licht (en warmte als verlies) en de ander geeft warmte (en licht als verlies). De in de stroomkring opgenomen weerstand begrenst de stroomsterkte. Is er geen weerstand, dan wordt de stroomsterkte te hoog. Er ontstaat kortsluiting. Het zwakste deel in de schakeling brandt dan door. Als het goed is, is dat de zekering. Is die er niet, dan geeft een ander onderdeel de geest. Soms met brand als gevolg. In elektronische schakelingen worden veel weerstanden gebruikt. Zo'n weerstand is een geleider die een zeer bepaalde weerstandswaarde heeft en waarmee de stroomsterkte in een stroomkring zeer nauwkeurig kan worden ingesteld. Belangrijke varianten zijn de regelbare weerstand en de potentiometer of kortweg potmeter, die een vaste weerstand met instelbare aftakking is.

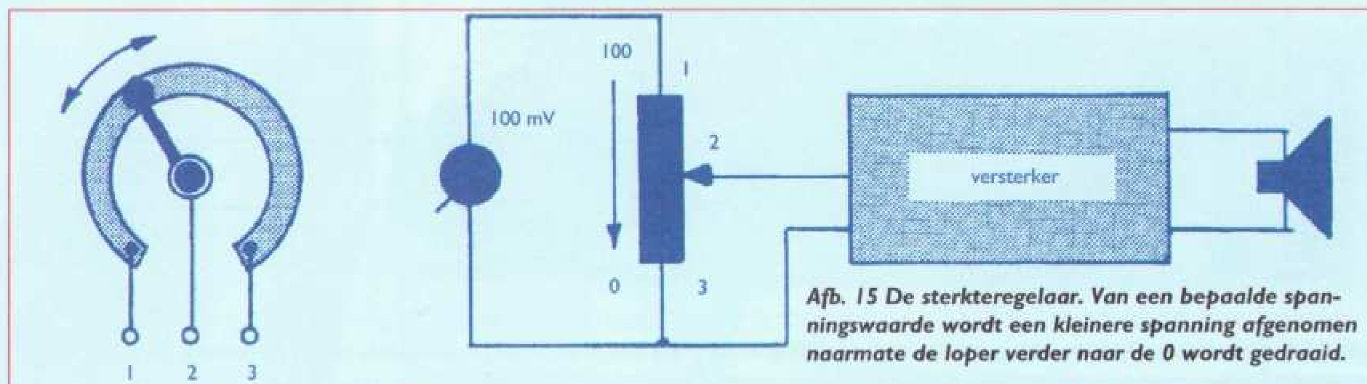
De condensator

De condensator bestaat uit twee dicht tegen elkaar aangebrachte geleiders, die door een niet-geleider gescheiden zijn. Bijvoorbeeld twee opgerolde stroken geleidend folie met daartussenin een strook niet-geleidend papier. Worden de geleiders op een gelijkspanningsbron aangesloten, dan ontstaat een aantrekkingskracht tussen de tegengesteld gepolariseerde elektronen (+ en -), waardoor de condensator een zekere lading krijgt. Hoe grotere z.g. capaciteit de condensator heeft, hoe grotere lading hij kan bevatten. In deze functie kan hij als buffer worden gebruikt om een spanning te stabiliseren. Maar de condensator heeft nog veel meer nuttige toepassingen. Vanwege de niet-geleider tussen de twee geleiders in kan er geen gelijkstroom worden doorgelaten. Wisselstroom daarentegen passeert schijnbaar ongehinderd. Met de condensator kunnen de gelijk- en wisselstromen, die in audio-apparatuur respectievelijk als voeding en als signaal voorkomen, dan ook probleemloos uit elkaar worden gehouden.

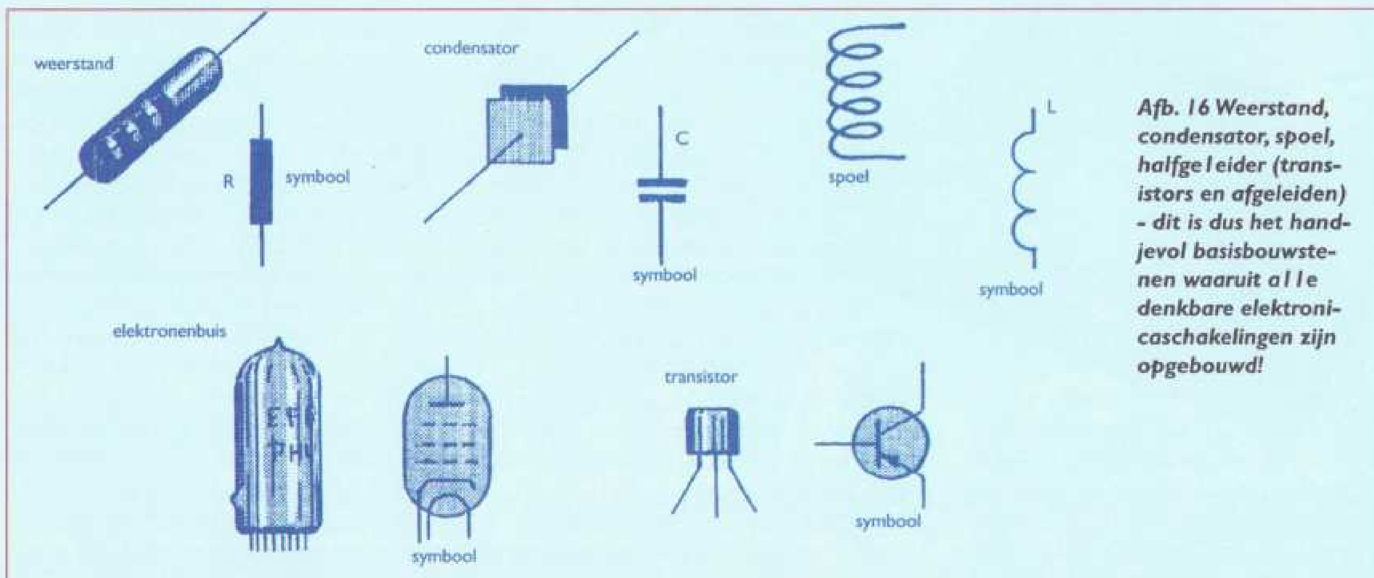
Impedantie

Bij het schijnbaar passeren van de wisselstroom ondervindt deze een zekere weerstand, welke afhankelijk is van de frequentie van de wisselstroom. Deze wisselstroomweerstand, de impedantie, wordt onder meer bij luidsprekergegevens gehanteerd. Dankzij het frequentie-afhankelijke karakter van de condensator kan een bepaald frequentiegebied worden weggefilterd of juist doorgelaten. In combinatie met een variabele weerstand is op deze wijze een klankregeling te realiseren.

Impedantie:
wisseltroomweerstand



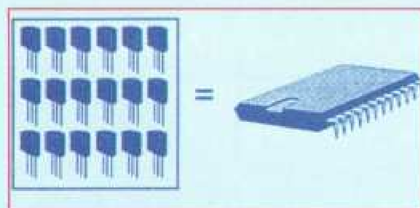
Afb. 15 De sterkteregelaar. Van een bepaalde spanningswaarde wordt een kleinere spanning afgenomen naarmate de loper verder naar de 0 wordt gedraaid.



Afb. 16 Weerstand, condensator, spoel, halfgeleider (transistors en afgeleiden) - dit is dus het handjevol basisbouwstenen waaruit alle denkbare elektronicaschakelingen zijn opgebouwd!

De spoel

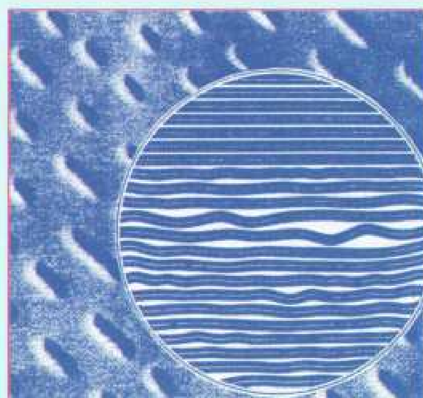
De spoel, zagen we al eerder, is een opgerold stuk geïsoleerd draad. Gelijk- en wisselstroom gaan er gewoon doorheen, waarbij ze natuurlijk wel enige weerstand ondervinden. Bij de wisselstroom geschiedt dat ook hier weer in een mate die afhankelijk is van de frequentie. Maar wel precies andersom als bij de condensator. Deze laat de hoge frequenties gemakkelijk door, de spoel juist de lage frequenties. Van deze tegengestelde eigenschappen wordt gebruik gemaakt om een trillings- of resonantiekring te maken. Een afstemkring in een radio bijvoorbeeld, waarmee de gewenste zendfrequentie kan worden gekozen. En in een luidsprekerbox zorgt een uit spoelen en condensatoren bestaand cross-overfilter ervoor dat de toegepaste lage- en hogetonenluidsprekers precies het voor hen bestemde toongebied toebedeeld krijgen.



Afb. 17 De geïntegreerde schakeling (IC) bestaat uit vele honderden transistors en kan daardoor de meest gecompliceerde functies verrichten, die met de vroegere electronenbuis absoluut onmogelijk waren.

Digitale registratie

Tot nog toe hebben we het over analoge signaal verwerking gehad. Het in de microfoonspoel opgewekte audiosignaal bijvoorbeeld is een elektrische trilling waarvan het karakter een exacte kopie is van de luchttrilling. De grafische golfvorm van beide verschilt in niets. Zo-ook is de kronkelgroef in een grammofoonplaat analoog aan het oorspronkelijke muzieksignaal.


Afb. 18 De analoge plaat: gestolde geluidstrillingen. De CD: microscopisch kleine putjes, die meetgegevens vertegenwoordigen.

Sinds de komst van de CD, in 1982, kennen we het begrip digitaal. Hierbij wordt een geheel andere wijze van optekenen en aftasten toegepast dan bij analoge registratie. Waarom? Omdat met digitale geluidsregistratie waarlijk superieure geluidsweergave mogelijk is. Met analoge methoden kan dat ook wel, maar op een veel gecompliceerder en duurdere manier. Bij analoge signaalbronnen is er zonder dure voorzieningen altijd sprake van brom, jank en ruis. Bij digitale registratie is dit volstrekt niet het geval. Digitale geluidsregistratie maakt het in tegenstelling tot analoge registratie mogelijk om zonder hoge kosten een weergaloze geluidskwaliteit van begin tot einde van de hele opname/weergavenketen te handhaven. Tijdens dat hele lange traject wordt het muzieksignaal op geen enkele wijze aangetast. Dat is bij het digitale systeem gewoon onmogelijk. Bovendien is er bij de digitale schijf, in tegenstelling tot de analoge LP, totaal geen slijtage van plaat of aftaster. Want er wordt niet met een naald, maar met een lichtstraaltje gewerkt.

Overdracht van meetcijfers

Het geheim van het digitale kwaliteitswonder schuilt in het feit dat bij digitale optekening niet met het muzieksignaal zelf wordt gemanipuleerd, zoals dat bij analoge verwerking het geval is, maar met de meetwaarden ervan. Digitaal is afgeleid van 'digit', d.i. cijfer. Digitaal wil dus zeggen: gegevens in de vorm van cijfers. Dit gebeurt ook bij de computer. Digitale techniek is computertechniek en de digitale geluidsdrager (CD, DAT, DCC, MD) is in feite een computerband of -schijf die de muziektrillingen in gecomputeriseerde vorm bevat.

Analoog: overdracht van het audiosignaal zelf. Digitaal: overdracht van de beschrijving van het audiosignaal in de vorm van cijfers.

Bij opname wordt het van de microfoon afkomstige analoge muzieksignaal fractie voor fractie gemeten, dus in cijfers omgezet. Dat gaat zeer snel, namelijk twee keer zo snel als de hoogst hoorbare frequentie, in de praktijk 44.100 maal per seconde.



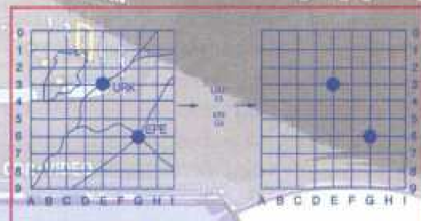
Dit is de sample- of bemonsteringsfrequentie. Deze meetgetallen, die in eerste instantie gewoon decimaal (1, 2, 3, ..., 10) zijn, worden bij de opname door een analoog/digitaal-(A/D)-converter omgezet in het binaire, dat is het tweetallige stelsel. Dat kent alleen enen en nullen: binary digits, kortweg bits. Hoe meer bits er worden toegepast, hoe nauwkeuriger het signaal wordt gemeten en opgetekend. Bij de CD wordt met een fijnheid van 16 bits gewerkt en dat is uitstekend zoals iedereen uit eigen waarneming weet. Bij minder bits verdwijnen de fijne details van de muziek.

De verkregen meetwaarden hebben betrekking de polariteit, de frequentie, de golfvorm en de sterkte van het audiosignaal. Ze worden in de vorm van microscopisch kleine putjes (nullen) en dammetjes (enen) in de CD vastgelegd. Bij weergave worden die door een fijne laserstraal afgetast. Via weerkaatsingen van de laserstraal op een fotocel worden de putjes en dammetjes, de plaatpulsen dus, omgezet in elektrische pulsen en zo wordt de oorspronkelijke bitreeks er teruggekregen. Want een putje is een nul een dammetje een een. Met behulp van een DA-converter wordt het digitale signaal weer tot analoog muzieksignaal teruggebracht. Als er onderweg jank, ruis of vervorming optreedt, is dat niet erg, zolang de beschrijving bij de weergave maar herkenbaar en determineerbaar is.

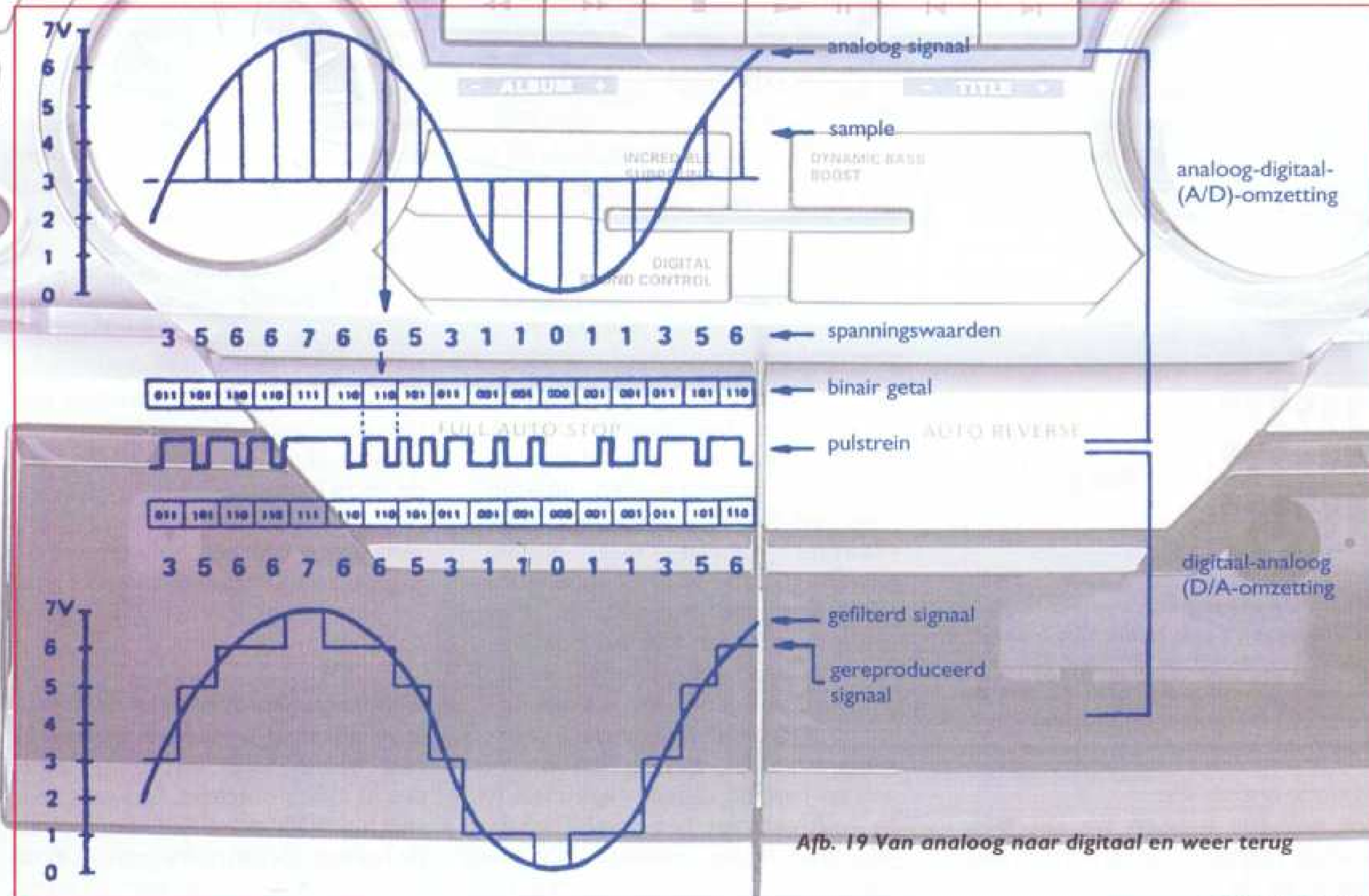
Er worden in feite coördinaten doorgegeven, net zoals dat bij landkaarten gebeurt. Elke coördinaat vertegenwoordigt een zeer bepaald punt en hoe fijner het stelsel, hoe nauwkeuriger reproductie. Bij geluidsoverdracht gaat het om een uitermate fijn stelsel dat welhaast meetbaar snel met de snelste geluidstrillingen meefluctueert.

Of de coördinaten netjes of slordig worden overgeseind speelt geen enkele rol. Niet de netheid van de optekening, maar de inhoud bepaalt de kwaliteit van de reproductie. Het overbrengmedium (de coördinatenlijst van de landkaart bijvoorbeeld) mag vuil worden, kreuken, verbleken, vergelen, vele malen worden overgeschreven of gefotokopieerd, zolang de inhoud nog leesbaar is kan daaruit de oorspronkelijke informatie weer perfect worden gereconstrueerd.

En zo is bij de digitale techniek de nauwkeurigheid van de reproductie enkel en alleen afhankelijk van het toegepaste systeem en de fijnheid van het raster, maar (binnen zekere grenzen) niet van de kwaliteit en de conditie van de geluidsdrager. In een volgende aflevering gaan we hier verder op in.



Afb. 20 Digitale overdracht is vergelijkbaar met het overseinen van coördinaten.



Afb. 19 Van analoog naar digitaal en weer terug

Fantastic Storage



MultiMedia-Card

Technische gegevens	
Technologie	Flash
Bedrijfsspanning	2,7 - 3,6 V
Vermogen	± 100 µA real mode
Serieel datatransport	tot 20 Mbit/s
Toegangstijd	< = 1,5 ms
ESD-bescherming	+/- 4 kV
Afmetingen	32 x 24 1,4 mm
Bedrijfstemperatuur	-40 ... +85 °C
Aantal pads	7
Geheugencapaciteit	8/16/32 Mbyte
Interface	seriële synchrone high-speed interface



Original size

De MultiMediaCard is een geheugenkaartje zo groot als een postzegel, echter met een enorme geheugencapaciteit. De MultiMediaCard is bestand tegen alle mogelijke invloeden van buiten, zoals trillingen ens chokken. Dit in tegenstelling tot diskettes en CD's. Dit omdat het opslaan en lezen van dit kaartje gebeurt zonder bewegende delen. De MultiMediaCard maakt gebruik van een standaard interface in DOS/Windows. De compatibiliteit wordt door de internationale standaards gegarandeerd. De kaart is voor vele doeleinden geschikt, zoals voor de opslag van informatie in digitale video camera's en audiorecorders, mobiele telefoons, MP3-muziekspelers, navigatiesystemen, notebooks enzovoort.

Nu verkrijgbaar voor slechts Hfl. 149,95 (incl. BTW)

Voor bestellingen graag gebruikmaken van de bestelkaart op pagina 63 van deze uitgave, onder vermelding van MultiMediaCard of per e-mail: belper@euronet.nl.

Tuning betekent feitelijk alleen maar 'afstellen'. Dit zegt al veel meer dan de gangbare mening waar wordt beweert

Het blijkt immers steeds weer dat niet de snelste auto als eerste de eindstreep overgaat. Evenwichtigheid leidt vaak tot een betere prestatie dan de meesten onder ons kunnen vermoeden. In dit artikel wordt uitgegaan van de Mercedes Benz CLK GTR en de Nissan R 390 GT I van Tamiya. Beide auto's zijn standaard voorzien van het zich reeds bewezen 03R-chassis. Dit onderstel biedt de beste voorwaarden tot een goede tuning te kunnen komen. Bovendien stonden beiden al eens in werkelijkheid tegenover elkaar, namelijk bij de 24 uur van Le Mans in 1997. Misschien dat we daar later nog op terugkomen.

Afb. 1/2 Ze stonden als origineel al eens tegenover elkaar: De Mercedes Benz CLK GTR en de Nissan R 390 GT I deden mee aan de 24 uur race in Le Man in 1997. Voor



Tips voor het afst

dat alleen een snellere motor de zaak kan klaren. In dit artikel willen we enkele mogelijkheden aandragen waarmee we de auto voorbereiden op het baanverloop en de gesteldheid van de weg evenals op de wijze waarop u de auto bestuurt.

Enkele van de maatregelen om tot een goede tuning te komen, moeten al tijdens de bouw worden aangebracht. Dit omdat het in een later stadium het ombouwen betekent dat de auto toch volledig uit elkaar moet worden gehaald. Dit betekent echter niet dat de lezers die deze voertuigen al hebben gebouwd buiten de boot vallen. Het ombouwen kan daarna ook nog snel en eenvoudig plaatsvinden. Alleen in het eerste geval kost het aanzienlijk minder tijd.



Afb. 6 De eerste afstelling, die we het beste tijdens de bouw kunnen uitvoeren, betreft het toepassen van kogellagers. Deze zijn overal in de auto verstopt en het achteraf aanpassen van deze onderdelen heeft nogal wat voeten in de aarde. Het gebruik van kogellagers betekent dat er veel minder wrijving in de belangrijkste bewegende delen aanwezig is. Dit houdt in dat de auto niet alleen sneller, maar bovendien ook langer rijdt op een accu. En tevens is de slijtage beduidend minder. Hier op deze foto wordt het verschil duidelijk: de kogellager en het kunststof glijlager ter vergelijking naast elkaar.

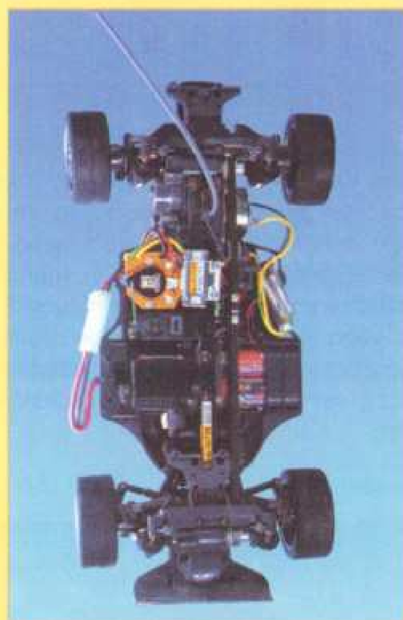


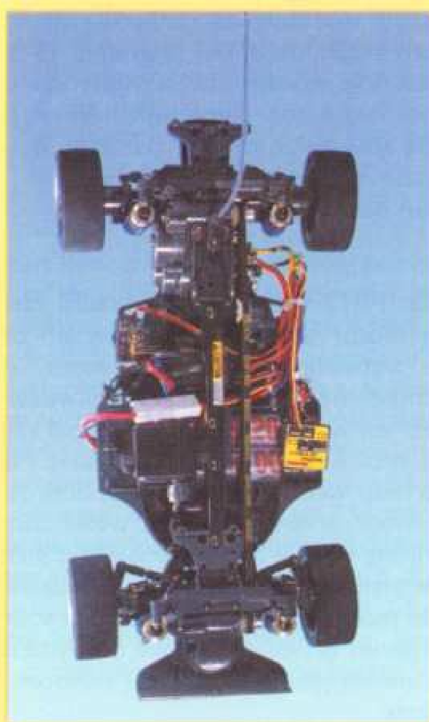
ellen van RC-cars

dit artikel is de Mercedes in de afgestelde versie opgebouwd, terwijl de Nissan uitsluitend uit de standaard onderdelen uit de bouwdoos bestaat.

Afb. 7 Een elektronische snelheidregeling heeft ten opzichte van de in de bouwdoos aanwezige mechanische versie enkele grote voordelen. Zo kan de snelheid traploos worden geregeld en wordt er alleen zo veel stroom uit de accu getrokken als nodig is om de op dat moment aanwezige snelheid te kunnen handhaven. Het resultaat is een aanzienlijk gevoeliger reageren van het voertuig op de stuurcommando's die u geeft. Ook deze aanpassing betekent dat we aanzienlijk langer met dezelfde accu kunnen blijven doorrijden. Het aanpassen is weliswaar snel gerealiseerd, maar diegene die zich werkelijk met zijn/haar RC-car bezighoudt, bouwt van het begin af aan in een elektronische regeling.
De hier weergegeven mechanische regelaar uit de bouwdoos. We hebben in deze standaard versie slechts drie voorwaartse snelheden en een enkele achterwaartse tot onze beschikking. In deze standen wordt altijd de stroom gevraagd die nodig is om voluit te kunnen gaan. De niet gebruikte energie uit de accu wordt via een weerstand als verwarming gebruikt!





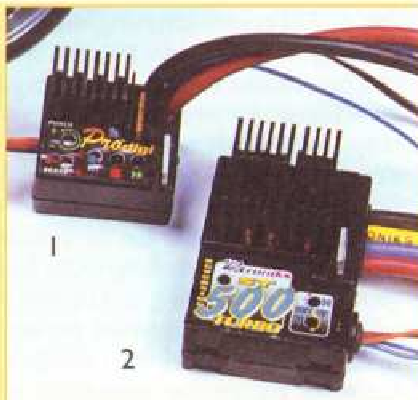


Afb. 4/5 Op het eerste gezicht zijn vrijwel geen verschillen herkenbaar. Tweemaal wordt hier het onderstel TA 03R getoond. Wie echter nauwkeuriger kijkt, herkent al snel dat het zich éénmaal om de bouwdoosversie (boven) gaat en éénmaal om de afgestelde versie (rechts).

Afb. 8 In een snelle auto hoort ook een overeenkomstig gedimensioneerde stuurservo. Metalen aandrijving en twee kogellagers zijn minimaal verplicht willen we er echt werk van maken. De standaardservo's slijten door de hoge belastingen snel. Dergelijke hier getoonde speciale servo's kennen als extra voordeel ook een aanzienlijk snellere reactietijd dan de standaard versies. Deze reactiesnelheid is van groot belang bij de hoge snelheden die we kunnen realiseren.



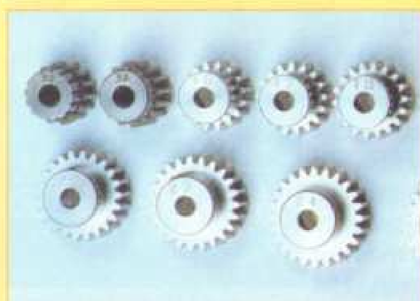
Afb. 9 De PRO DIGI (1) is een van de momenteel verkrijgbare regelaars. Hij is zeer klein en licht in gewicht en reageert zeer gevoelig en direct op de gegeven commando's. Dankzij de ingebouwde intelligente schakeltechniek wordt de auto ook sneller. Als nadeel geldt echter dat hij niet tot de goedkoopste regelaars behoort en dat hij niet over een achterwaartse rijrichting beschikt. Wie echter nog niet veel rijervaring heeft opgedaan, kan beter een regelaar aanschaffen die wel over een mogelijkheid tot achteruitrijden beschikt. Bijvoorbeeld de ST 500 (2) die bovendien ook nog eens aanzienlijk goedkoper is.



Technische

Mercedes Benz CLK GTR

Totale lengte
Totale breedte
Totale hoogte
Motor 5897 cm3, V12, circa 600 pk
Aandrijving Sequentiële
6 versnellingsbak
Carrosserie Koolstofvezel met
stalen rolconstructie



Afb. 10 Een complete set (aandrijf)tandwieltjes. Een dergelijke set behoort in iedere startbox thuis. Door de verandering van de tandwielverhouding kan een auto optimaal op het verloop van het parcours worden aangepast. Hierbij geldt: hoe groter het tandwiel des te hoger de eindsnelheid, maar des te lager de versnelling. Bovendien gaat de acculading korter mee en kunnen we dus korter rijden. Daarentegen geldt dat hoe kleiner het tandwiel is, des te sneller de auto van zijn plaats komt en we langer met dezelfde acculading kunnen rijden, maar wel langzamer rijden. We moeten als RC-rijder dan ook altijd een compromis vinden, die afhankelijk van het parcours is, voor het willen en kunnen bereiken van een optimum.







Afb. 14 De afgestelde RC-car vergt veel van de aandrijfas. Hiervoor zijn speciaal geharde uitvoeringen met lage wrijvingsverliezen verkrijgbaar. Deze speciale assen kunnen snel de standaard uitvoeringen vervangen. Er is geen grote ingreep voor nodig, waardoor ook in een later stadium deze vervanging nog kan plaatsvinden.



Afb. 11/12 We mogen uiteraard niet de motor als belangrijk criterium bij de afstelling vergeten. De motor is echter snel een eenvoudig uitwisselbaar en we moeten het vermogen van de motor aan kunnen aanpassen. Na verloop van tijd merkt u zelf, doordat u meer ervaring opdoet, welke aandrijving voor u het beste is. Links zien we standaardmotor uit de 540-klasse, een motor die bijzonder geschikt voor beginner is. Rechts zien we de Dynarun. Deze motor heeft zich al meermalen in wedstrijden bewezen. Hij behoort dan ook tot de betere motoren in zijn klasse.



gegevens

Nissan R 390 GT I

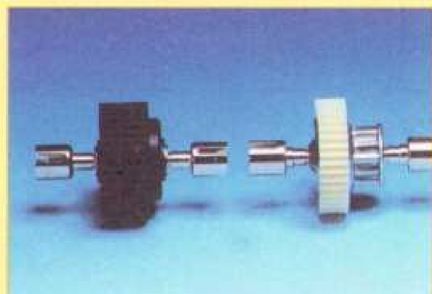
4855 mm	4720 mm
1950 mm	2000 mm
1100 mm	1090 mm

Dubbelturbo 3,5 l,V8, circa 500 pk
Laterale 6 versnellingsbak

Koolstofvezel/Kevlar structuur

Afb. 15
De standaard aandrijfriem is door de hogere belasting van de snelle, afgestelde en afgeregelde auto sneller versleten. Deze riem moeten we dan ook direct vervangen door de met Aramide versterkte uitvoering.









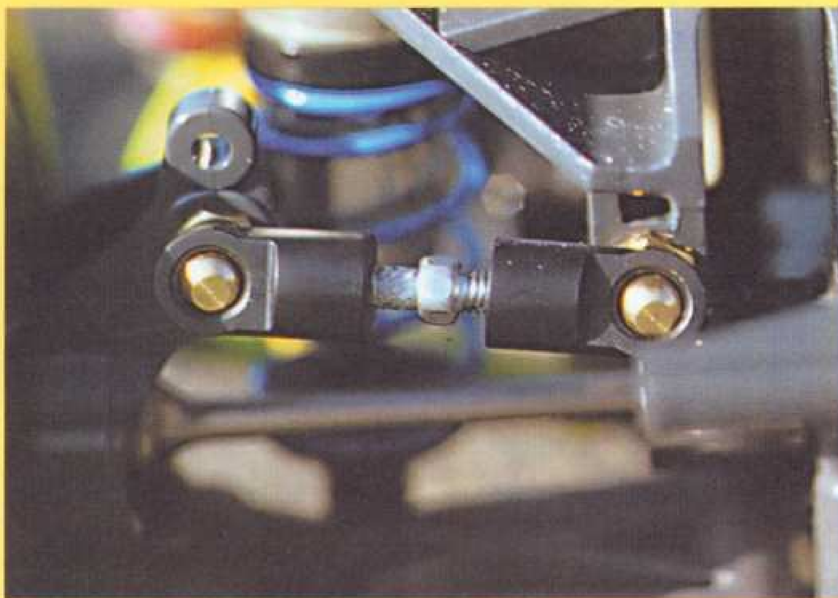
Afb. 13 Hier ligt een moeilijkheid. Het is namelijk vrijwel niet mogelijk om een eenduidig advies te geven. De in de bouwdoos aanwezige wielconusdifferentieel voldoet uitstekend aan de doelstelling waarvoor het is ontworpen. Daarentegen behoort het kogelgelagerde differentieel voor specialisten zeker tot de afregelingsprocedure. Het verwisselen van het oorspronkelijke differentieel betekent dat het totale voertuig uit elkaar moet worden genomen. Mijn voorstel is daarom dat iedereen dit zelf moet beslissen: het oorspronkelijke differentieel handhaven of vervangen door de kogelgelagerde versie. Wie daadwerkelijk aan races wil deelnemen zal met zekerheid kiezen voor de laatste mogelijkheid. Het kan namelijk enkele seconden schelen en daarmee misschien wel de eerste plaats. In 1 zien we de beide differentiëlen naast elkaar. In 2 zien we nogmaals de kogelgelagerde versie, die een speciale vetsoort als smering vereist.

Afb. 16 De elektronische gyrator, zoals hier bijvoorbeeld de Mini Gyro van Ikarus, heeft zich reeds duidelijk bewezen in helicopters. Toegepast in de RC-car hebben ze ongeveer dezelfde functie als EPS bij de echte auto's; ze zorgen voor een betere wegligging en koersvastheid. Dat betekent kortweg dat het voertuig niet zo eenvoudig uit de bocht kan vliegen.



Afb. 19 De schokbrekers voldoen aan een belangrijk aspect. Ze zorgen namelijk voor een aanpassing aan het wegdek. Door de schokbrekers te voorzien van een bepaalde olie kan de wegligging van de auto aan de terreinomstandigheden, aan onze rijstijl en aan de meer of minder bochtige baan worden geoptimaliseerd. Hiervoor hebben we olie in verschillende viscositeiten nodig. De schokbrekers zijn snel te verwisselen en iedere zich respecterende racer zou enkele schokbrekers voorzien van olie met uiteenlopende viscositeiten in zijn startbox moeten hebben. Dit bespaart het met veel gedoe omgeven verwisselen van de olie als we de schokbrekers aan de terreinomstandigheden willen aanpassen! De standaard schokbreker is meer dan voldoende als we met het racen beginnen. Hoe meer ervaring we echter opdoen, des te hoger leggen we de grens. Er komt dus een moment dat we ook op dit punt de auto willen gaan optimaliseren. Op deze afbeelding wordt een zogenoemde low-friction-tuning schokbreker getoond. Deze schokbrekers reageren sneller en zorgen daarmee voor een betere wegligging en dus hogere haalbare snelheden.





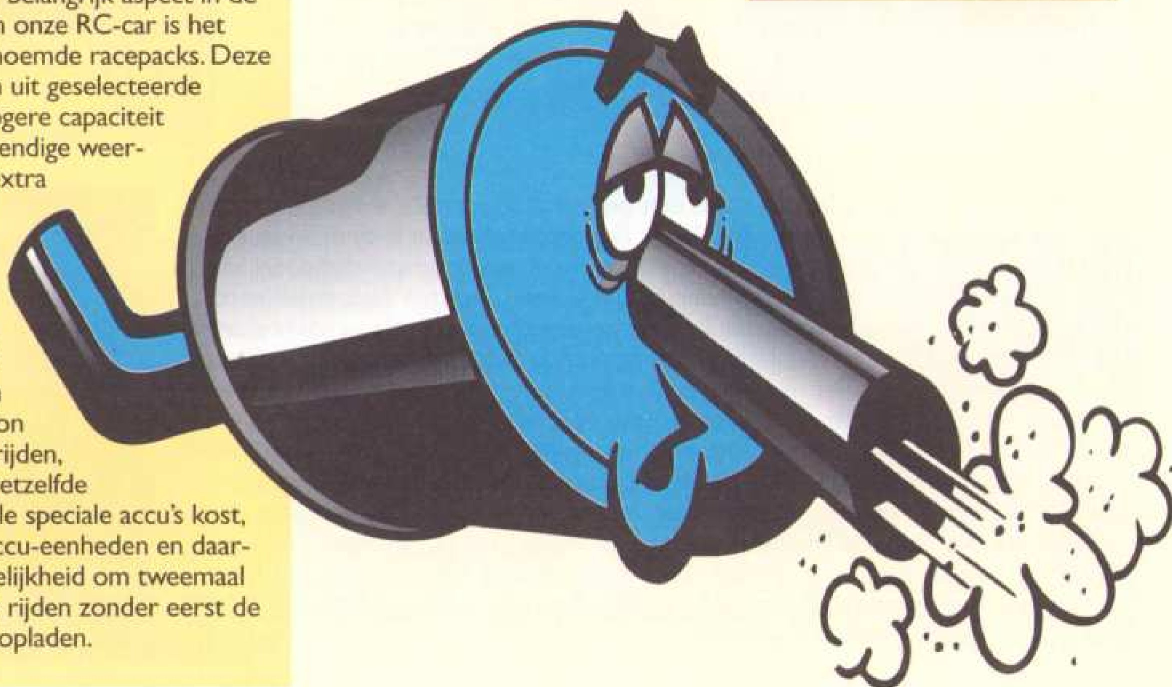
Afb. 17 Met het hier getoonde kleine onderdeeltje is het mogelijk om de stand van de wielen nauwkeurig te justeren. Hiermee wordt het gedrag van de auto in de bochten ingesteld. Of we nu kiezen voor een maximale optimalisatie tijdens het rechtuit rijden of het gedrag in het bochtenwerk willen maximaliseren hangt in sterke mate af van de omstandigheden van de baan waarop we willen gaan rijden. De aanpassing is ook later eenvoudig te realiseren. Het betreffende onderdeel is echter niet duur en daarom is het beter om deze voorziening direct aan te brengen. Tevens hebben we het voordeel dat we direct aan deze instelfaciliteit en de mogelijkheden die het biedt kunnen wennen.



Afb. 18 Een ander belangrijk aspect in de fijnafstemming van onze RC-car is het gebruik van zogenoemde racepacks. Deze eenheden bestaan uit geselecteerde accu's met een hogere capaciteit en een lagere inwendige weerstand. Dit levert extra vermogen op en kan uiteindelijk enkele seconden extra tijdwinst betekenen. Willen we echter niet meedoen aan races, maar gewoon voor ons plezier rijden, krijgen we voor hetzelfde geld dat een enkele speciale accu's kost, twee standaard accu-eenheden en daarmee ook de mogelijkheid om tweemaal zo lang te kunnen rijden zonder eerst de accu's te moeten opladen.

Afb. 20 Versterkte banden met een betere grip op de weg zijn vooral interessant op asfalt doordat ze langer meegaan. Op indoor-banen komt de extra grip op de weg echter pas volledig tot zijn recht: de auto kan sneller door de bochten worden gestuurd en de wielen draaien tijdens het snel acceleren niet door. Verbruik daarom eerst de standaard meegeleverde wielen en vervang deze vervolgens door deze verbeterde uitvoeringen.





Alle producten van BASF/EMTEC verkrijgbaar bij Bureau Belper!!





Geïnteresseerd? Stuur een e-mailtje aan **rbe-info@euronet.nl** en u krijgt een catalogus en een prijslijst toegestuurd tegen portokosten (Hfl.5,00). Bij een bestelling ontvangt u dit bedrag retour!



Hieronder treft u een beknopt visueel overzicht van het assortiment aan. Dit loopt van cleaning producten, toners en cartridges, tot aan CD's, screen filters, opslagtapes, labels en papier aan toe.







De huidige maatschappij met al haar technologische ontwikkelingen heeft ook de modelbouw bereikt. Steeds meer straaljager modellen, natuurgetrouw nagemaakt en voorzien van technologische hoogstandjes, zijn op tentoonstellingen en vliegdagen te bekijken. De kopfoto toont het eerste elektrisch aangedreven experimentele model, waarmee de auteur is begonnen in mei 1993.



Elektro-impeller - de fluiste

In de meeste modellen wordt gebruik gemaakt van modelturbines of de zogenoemde impellers als aandrijving voor de jet. Turbines vereisen nog steeds veel technische kennis. Ze kosten bovendien een behoorlijke duit. En daardoor eigenlijk alleen geschikt voor ervaren piloten. Een impeller kan echter zowel prijstechnisch alsmede door de ongecompliceerde werking een goed alternatief vormen. Dit is met name het geval voor die varianten die gebruik maken van een elektromotor. Deze zogenoemde elektro-impeller heeft als grote voordelen de milieuvriendelijkheid en de ongecompliceerde werking waarmee de impeller het vermogen levert. Daarbij komt nog eens bij dat de elektromotor akoestisch gezien veel minder lawaai produceert dan de ronddraaiende turbines die net als echte motoren zoveel lawaai maken. Het enige compromis dat we moeten sluiten is de tijdsduur die we kunnen vliegen. We mogen in dit verband het 'jet'-vliegen niet verwisselen met het zogenoemde thermiekvliegen. Het aandrijfvermogen ligt in ons geval veel hoger, waardoor de vliegtijd wordt verkort.

Hoe functioneert de impeller?

De werking van een impeller verschilt niet veel van die van een propeller. In beide gevallen gaat het er om, om de lucht naar achteren te blazen. Deze luchtverplaatsing genereert een tegenwaartsgerichte kracht naar voren, waarmee het vliegtuig vervolgens wordt aangedreven. Deze kracht neemt toe onder twee voorwaarden:

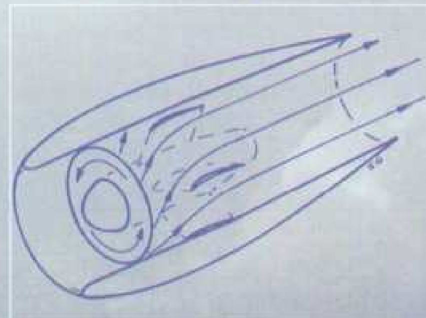
a. als de weggeblazen luchthoeveelheid toeneemt;

b. als de luchthoeveelheid met een hogere versnelling wordt weggeblazen.

krachtige ventilator. De rotor (de bladen van de ventilator) zuigt de lucht aan en versnelt deze lucht. De luchtmoleculen krijgen een impuls naar achteren (axiaal) evenals een draaiing in de richting waarin de rotorbladen zich bewegen (tangentieel). De laatstgenoemde beweging draagt echter niets bij aan de voortstuwing. Door echter via zogenoemde luchtgeleiders (stator) de doorstromende lucht weer in de bruikbare richting terug te draaien, wordt ook deze luchtbeweging omgezet in een bruikbare axiale richting.

De aldus door de stator verkregen extra beweging kan tot 20 % extra stuwkracht opleveren en betekent dan ook een absoluut voordeel van de impeller ten opzichte van de propeller. Een dergelijke aangebrachte voorziening bij de propeller stoort echter de werking en beïnvloedt zelfs het stuurgedrag van het model. Dit is de reden dat door een impeller aangedreven model als het ware 'over rails vliegt' en vaak eenvoudiger zijn te bedienen dan de conventionele modellen die voorzien zijn van de standaard aandrijving in de vorm van propellers.

De rotor en de stator worden beide ondergebracht in een buis, de zogenoemde fanring. Hiermee zorgen we dat de versnelde luchtstroom alleen naar achteren kan stromen. We hebben echter met een bijkomend natuurkundig aspect te maken. De natuurkundige wetten vereisen namelijk voor een goed rendement



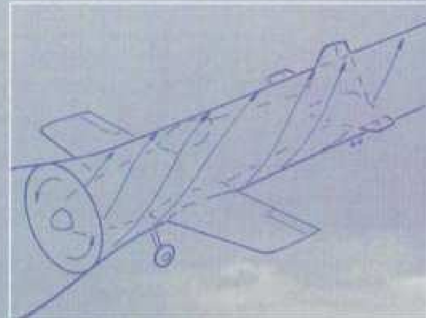
rzachte straalmotor (deel 1)

Natuurkundig gezien, wordt dat als volgt uitgedrukt:
F = m * a
(kracht = massa maal de versnelling)

Het grote verschil tussen de impeller en de propeller is dat in het geval van de propeller de bladen volledig vrij in de lucht functioneren en daarmee vooral gebruik maken van de luchtverplaatsing (m) en naar verhouding weinig luchtversnelling veroorzaken.
De door een buis omgeven impeller daarentegen maakt gebruik van relatief gezien weinig lucht, maar zorgt echter voor een aanzienlijke versnelling (a).

In de modelbouw is de propeller dan ook voornamelijk bedoeld voor langzaam vliegende modellen, terwijl de impeller geschikt is, dankzij de identieke werking met straalturbines, voor modellen met een hoge vliegsnelheid.

Waar bestaat de impeller uit?
Een elektro-impeller is het eenvoudigste voor te stellen als een zeer



dat de luchtspleet tussen rotor en de fanring minimaal moet zijn. Dit betekent dat de buis (fanring) zeer stijf, exact rond en als het even kan ook nog zeer licht moet zijn. Optimaal zijn daarom de koolstofmaterialen. In de beginfase probeerde men de fanring op te bouwen uit meerdere dunne, op elkaar geplakte triplex latjes. Dit is weliswaar niet de slechtste oplossing, maar gaat ook wel met zeer veel werk gepaard.

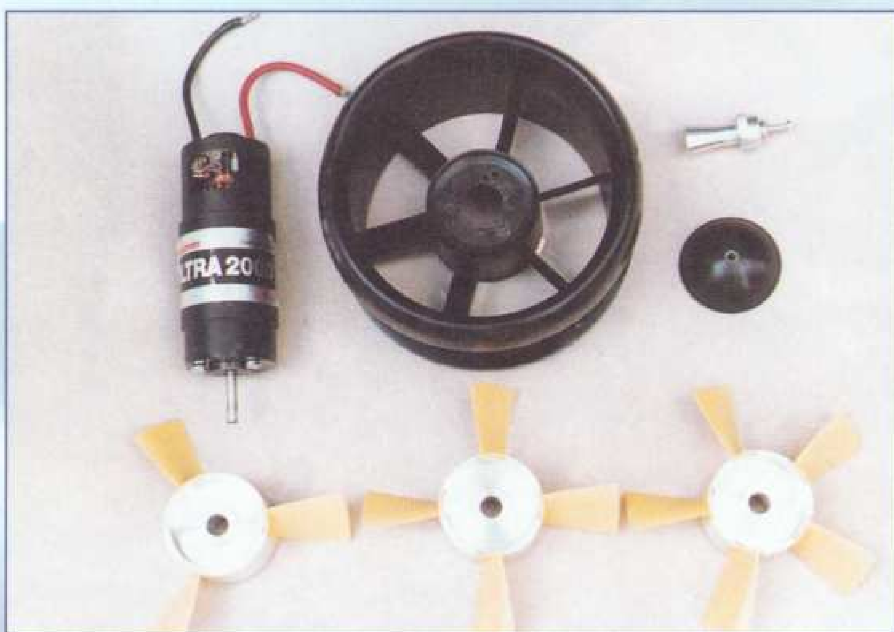

Een grote zelfgebouwde impeller waarbij de fanring, de buis, uit multiplex bestaat.

De rotor kan bij modellen die met een impeller zijn uitgerust in doorsnede variëren van 60 tot 120 mm. Afhankelijke van de grootte van de impeller draait de rotor met een snelheid van 15.000 tot 30.000 omw/min. Hierbij geldt hoe kleiner de doorsnede des te sneller. Het is dan ook essentieel dat de rotor niet alleen zeer goed draait, maar ook erg zuiver in de rondte draait (geen onbalans), zonder zijdelingse afwijkingen.

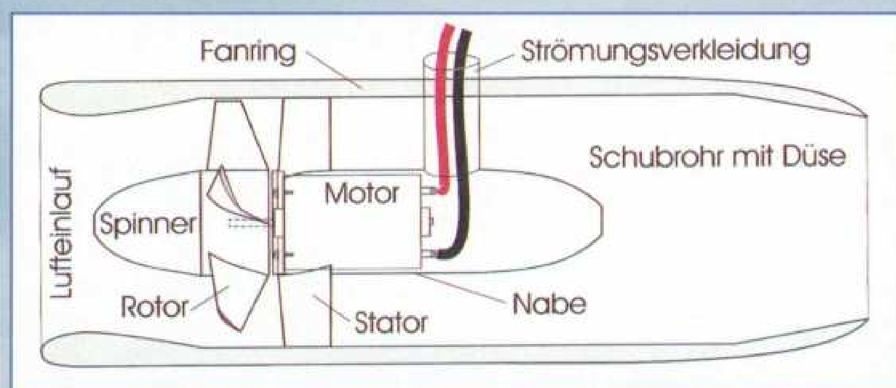
Evenals bij propellers bepaalt niet alleen de doorsnede maar ook de bladhoek het vermogen en het stroomverbruik. Het resultaat is dat een aantal fabrikanten de bladhoek instelbaar uitvoert. Verder wordt de rotor uitgevoerd met een uiteenlopend aantal bladen. Dit ligt in de regel tussen de drie en negen. Het optimale aantal hangt af van verschillende factoren, zoals het doel waarvoor we vliegen, de inbouwverhoudingen in het model en de het vlieggedrag (vliegdynamiek). Bekijken we het op een eenvoudige manier, kunnen we stellen dat een lager aantal bladen het rendement verhoogd. Daarentegen is de regel dat rotoren met een groter aantal bladen beter om kunnen gaan met uiteenlopend luchtstromingen en stromingsgedrag (bijvoorbeeld een langer en smaller luchtinvoerkanaal).

Het verbeteren van de aangevoerde luchtstroom wordt gerealiseerd door aan de voorzijde een zogenoemde spinner aan te brengen. De doorsnede van deze spinner komt overeen met de naaf van de impeller. Deze naaf bevat geheel of grotendeels de motor.

Vaak stopt de naaf al op een halve motorlengte. Het voordeel daarvan is dat het achterste gedeelte van de motor door de langsstromende lucht wordt gekoeld. Bij een ingebouwde motor, zoals op de foto wordt getoond, is het van belang dat we goed uitgekiende luchtopeningen hebben aangebracht. Dit geldt ook voor de te koelen draaisnelheidsregelaar, die het beste in de buurt van de motor kan worden aangebracht. In het ideale geval eindigt de naaf in een zo lang mogelijke, langzaam taps toelopende uitloop.


Een aantal fabrikanten levert rotoren met een verschillend aantal bladen.

Vuistregel:
Vele rotorbladen en/of een kleine bladhoek zijn goed voor een snelle start. Een lager aantal bladen en/of een grotere bladhoek zijn goed voor een snelle vlucht.



De prijstechnisch interessantste impellers bestaan aan de buitenzijde uit gespoten kunststof.


Complete impeller met uitloop en rotor met verstelbare bladen.

Aan het einde, daar waar de lucht weer naar buiten wordt geblazen, kan de fanring zich tot een straalpijp versmallen. Een dergelijke constructie verhoogt de uitstroomsnelheid van de lucht.

De straalpijpdoorsnede moet minimaal 70 % van de oppervlakte van de impeller bedragen.

Natuurkundige grootheden
Om een goede uitspraak over het vermogen van impellers te maken, moeten twee belangrijke waarden bekend zijn:
a. stuwkracht (S)
b. lucht- of straalsnelheid (v_S)

S is de stuwkracht, waarmee het model versnelt. Deze kracht is feitelijk alleen meetbaar als het model op de grond staat. Deze kracht wordt gemeten in Newton (N = kg * m/s), wat overeenkomt met een massa van circa 100 gram.

Vuistregel:
10 N ≈ 1 kilo

De gegevens die de fabrikant levert, zijn meestal gebaseerd op een vrijstaande impeller: dus een impeller die niet ingebouwd is. Door de invloed van lange luchtkanalen neemt de stuiwkracht af.
Afhankelijk van de pretenties die we aan de vliegvermogens stellen, moet de stuwkracht in verhouding staan tot de massa van het model.

Vuistregel:
Verhouding stuwkracht/vlieggewicht

<25 %	absoluut vergeten!
≈30 %	geschikt voor het vliegen van rondjes
≈40 %	goed tempo
≈50 %	vliegt als een straaljager
≈60 %	absoluut niet geschikt voor beginners
≈70 %	geschikt voor bluffers
>80 %	in dromenland lopen

Het is echter jammer genoeg ook zo dat als de vliegsnelheid toeneemt de stuwkracht afneemt, ondanks een verbeterde uitstroming en dergelijke. Op het moment dat de vliegsnelheid van het model de straalsnelheid van de aandrijving bereikt, wordt de stuwkracht zelfs nul!!
Dat houdt in dat naast de stuwkracht ook de straalsnelheid v_S een belangrijke grootheid is. In de meeste gevallen wordt de straalsnelheid uitgedrukt in m.s of in km/h.

Vuistregel:
1 m/s komt overeen met 3,6 km/h

Kleine impellermodellen realiseren een snelheid van 25 tot 35 m/s, hetgeen overeenkomt met 90 tot 125 km/h. Grotere en krachtiger exemplaren die door zwaardere motoren worden aangedreven halen zelfs 60 m/s!!
Modellen kunnen dan ook in een horizontale vlucht snelheden van 70% tot 90% van de straalsnelheid bereiken. De gerealiseerde snelheid van het model ligt dan al snel op die van een snelle auto op de snelweg. We moeten met andere woorden duidelijk wijzen op het feit dat ook modellen die door een impeller worden voortbewogen geen speelgoed zijn!!

De grootheid v_S is via de oppervlakte van de fanring gekoppeld aan de stuwkracht. A is het oppervlakte, dat door de rotorbladen wordt omspannen. Met andere woorden het oppervlakte van de fanring gereduceerd met het oppervlakte van de naafdoorsnede. In het algemeen worden stuwkracht, fanringoppervlakte en straalsnelheid door de fabrikanten zelf opgegeven. Tussen deze drie grootheden bestaat een wiskundige samenhang:

$$v_S = \sqrt{\frac{S}{\sigma * A}}$$

Hierbij is σ (rho) de luchtdichtheid (aangenomen wordt 1,2 kg/m^3 bij 20 °C).
S wordt uitgedrukt in Newton (kg * m/s^2) en A in m^3.
Om de grootte van een impeller uit te drukken neemt men normaal gesproken de buitenste doorsnede. Zo spreekt men bijvoorbeeld van een 90mm-impeller.

Als het even mogelijk is, moet de aandrijving zo groot mogelijk worden gekozen. We hebben immers het meeste vermogen tot onze beschikking.

Alles Mini, of?



Het RS 4 MiniPRO chassis

Wat hebben Paul McCartney, Enzo Ferrari, Brigitte Bardot, Niki Lauda en onze redactie-assistente Silve Herold gemeenschappelijk? Allemaal reden, of rijden, ze een van de beroemdste auto's die ooit zijn gebouwd: de Mini Cooper!

Zoals diegene die mij kennen weten, schaar ik mij graag in de illustere reeks van prominente Mini-rijders. Ik heb echter een handicap en dat is dat mijn budget niet toereikend is voor een origineel exemplaar. Ik ben als gevolg daarvan op zoek gegaan naar een zo nauwkeurig mogelijk model dat uitgerust is met een elektromotor. Het aanbod bleek al snel groter te zijn dan ik had verwacht. Zo bleek Tamiya al over drie modellen met verschillende chassis te beschikken. De Mini van Kyosho had echter de mooiste carrosserie, maar deze maakte gebruik van een verbrandingsmotor. Keuze te over dus. De keuze viel uiteindelijk op HPI.



Hier ging de moeilijkheid van de keuze al snel verder! Wat moet het zijn 'RS 4 Mini' of de 'MiniPRO'? Het verschil valt ook direct op: bij de MiniPRO-versie bestaat de bouwdoos uit onder andere basis- en RC-chassis gemaakt van edel CFK en geoptimaliseerde, met teflon bespoten metalen schokdempers. De beide differentiëlen zijn net als de complete aandrijfstang voorzien van kogellagers. Het standaard chassis is weliswaar enkele guldens goedkoper, maar wat zou het? Als het dan niet de echte Mini kan zijn, moet het model in ieder geval zo natuurgetrouw mogelijk zijn!

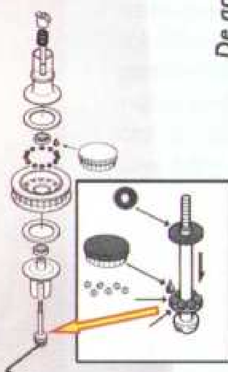
Een servo met metalen assen, een Phaser-ontvanger en de GT-1-motor met 14 x 2 turns zijn gelijk meebesteld. De GT-1 Turbo 14 x 2 past qua vermogenskarakteristiek precies bij de Mini, en blijkt prijstechnisch ook nog eens erg interessant te zijn. Een nadeel is echter weer dat hij wel een regeling vraagt die boven de gemiddelde prijs uitsteekt: wie echter sowieso alleen op racebanen rijdt en dus geen achterwaartse bewegingen hoeft uit te voeren is goed weg met de IPC Sport Digital. Met een achteruit zorgt de Mini zelfs in de woonkamer voor veel plezier. Slalom om de tafelpoten enzovoort en dan kan men goed uit de voeten met de F1 Super Reverse Digital. Weliswaar enkele guldens duurder dan eerstgenoemde, maar levert daarvoor ook meer natuurgetrouwe mogelijkheden.

Na enkele dagen werd mijn bestelling afgeleverd en nieuwsgierig als ik ben, kon ik niet lang wachten en ben nog diezelfde avond met de bouw gestart.

De bouw verliep vlotjes, hetgeen voornamelijk te danken was aan de zeer goede kwaliteit van de onderdelen en de overzichtelijke handleiding. Het is echter wel even oppassen geblazen bij de hoofdstukken 7 t/m 10, als we op de wielstand moeten gaan letten. Het chassis is namelijk ook bestemd voor de Mazda MX-5, wat betekent dat we de keuze hebben uit een as-afstand van 210 of 225 mm. Ook moet er bij het bekabelen van het voertuig goed opgelet worden. Er mogen bijvoorbeeld geen kabels in contact komen met beweegbare delen, zoals de aandrijftandwielen. In dit geval zijn kabelklemmen een ideaal hulpmiddel gebleken.

Kort en goed: na twee vrije avonden knutselen, is de Mini gereed. We mogen niet vergeten te vermelden dat er een meerkleuren decoratievel met uiteenlopende plakplaatjes wordt meegeleverd, zelfs een kleine spoiler zit in de bouwdoos. Ik koos, zoals iedereen verwachtte, voor het echte 'Britse Understatement'. Ik vroeg om enkele foto's, scande die vervolgens in en drukte mijn nummerplaat op goed glanzend papier af. Het resultaat op de voor- en achterbumper, siert nu dan ook mijn eigen

Voor het samenbouwen van een met kogellagers voorzien differentieel heeft men twee rustige handen en geduld nodig. Met een kleine truc lukt het beter: het onderste deel van het lager wordt op de differentieelschroef aangebracht en met een beetje kogellagervet ingesmeerd. De kleine kogeltjes blijven aan dit vet kleven. Het bovenste deel van het lager wordt vervolgens voorzichtig daarop geplaatst. Tenslotte wordt de verkregen eenheid met veel gevoel in de differentieelhuis opgeborgen.





De achteras



De vooras



De aandrijving

Het RS 4 PRO-chassis



model. De metaalzilver gespoten velgen zorgen voor de juiste uitstraling. De verrassing was vervolgens ook compleet toen ik het model op de parkeerplaats bij de supermarkt zijn eerste rit liet maken. Dat een auto, dat er zo braaf uitziet, op een zodanige manier wegstoof, had geen enkele toeschouwer verwacht! Ergo: een plakplaatje heeft nog geen enkele auto sneller gemaakt.......

Hier komen we al weer op de volgende vraag, namelijk hoe gedraagt de 'kleine' zich tijdens het rijden? Zoals verwacht, past de toegepaste motor precies bij de Mini Cooper. De versnelling vanuit stilstand is formidabel, waarbij de vierwielaandrijving, ook tijdens een zogenoemde 'kick-down' start niet doordraaien. Welke snelheid hij haalt? Laat ik daar slechts kort over zijn: in een woonerf waar een grens van 30 km/h geldt, heeft hij niets te zoeken!

De belangrijkste eigenschap is zijn wendbaarheid. Het is opmerkelijk hoe snel het model scherpe bochten kan nemen en hierbij volkomen beheersbaar blijft. Dat het rechtuit rijden als gevolg van de korte wielstand er wat onder lijdt, was te verwachten. Maar een ervaren RC-rijder gaat ook hier met gemak mee om. We hebben niet veel meer dan een centimeter tussen de weg en de onderkant. Dit betekent dat dientengevolge ook het zwaartepunt erg laag ligt en de Mini Cooper met het RS 4 MiniPRO chassis zich dan ook het beste in zijn element voelt op een glad wegdek. Het rijgedrag en de besturing zijn momenteel in deze klasse waarschijnlijk het beste wat we kunnen krijgen. Dat er niet één enkel additioneel onderdeel moet worden afgeregeld spreekt boekdelen over de kwaliteit van de constructie.

Een van de mooiste aspecten aan deze kleine flitser vindt ik de naar verhouding minimale ruimte die het model inneemt. Of we nu in de woonkamer een behendigheidsparcours rijden of tijdens de middagpauze een kleine race organiseren, maakt niets uit. In korte bewoordingen: deze kleine Mini zorgt voor veel plezier!

Conclusie

Het is altijd al kostbaarder geweest om een eigen smaak te hebben en daaraan toe te geven. Het RS 4 MiniPRO-chassis is dan ook geen aanbiedingsproduct, maar wel iedere gulden die we er aan uitgeven waard. Een tip voor beginners die nog geen bakken geld aan hun hobby willen uitgeven: het standaard chassis

Technische gegevens

Chassislengte	295 mm
Wielbasis	210 mm (Mini Cooper) of 225 mm (Mazda MX-4 Miata)
Spoorbreedte	158 mm
Massa (rijgereed)	1280 gram
Motor (testmodel)	LRP GT-1 Turbo 12x2
Regeling (testmodel)	F1 Super Reverse Digital of IPC Sport Digital
Ontvanger (testmodel)	LRP Phaser

bespaart zeker vele guldens en kan, al naar gelang de rij-ervaring stijgt, uitgebouwd worden tot de PRO-versie.



De Phaser is een speciaal voor de verhoudingen in elektromotor aangedreven RC-auto's ontwikkelde ontvanger. De gemetalliseerde behuizing beschermt de ontvanger tegen elektrische storingen van buiten.



Als we geen belang hebben in een achteruit schakeling, kunnen we goed gebruik maken van de IPC Sport Digital. Een geschikte regelaar voor de GT-I Turbo I4x2 motor.

Enkele guldens duurder en beduidend groter, maar wel voorzien van een achteruit, is de FI Super Reverse Digital.

De Mini – een legende viert haar 40ste verjaardag

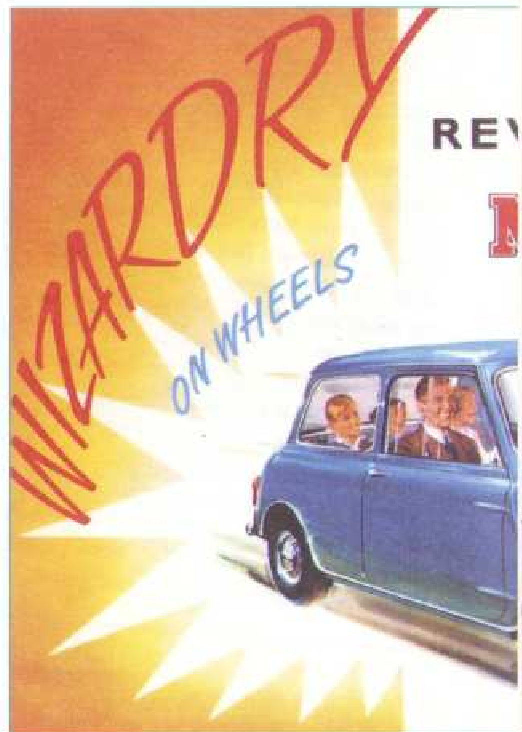
Wat wordt tegenwoordig niet allemaal tot een cultus verheven? Een soap-serie draait enkele jaren en we spreken al van een cultus. Een popzanger levert zijn derde CD af en we spreken van een cultus. Wat we willen zeggen is dat een echte cultus niet tot een cultus wordt verheven, maar het gewoon is. Het kunstmatig verheffen tot een cultus is flauwekul. We proeven immers direct wanneer iets echt als cultus kan worden bestempeld, zeker als het 40 jaar is geworden. Als voorbeeld is de op de wereld als enige zo genoemde Mini, die op 26 augustus 1959 voor het eerst aan het publiek werd getoond en waarvan er inmiddels ruim 5,5 miljoen exemplaren van zijn gebouwd en niet meer uit de straat zijn weg te denken.

Uit nood geboren



De ontwikkeling van de Mini is terug te voeren tot de noodsituatie in 1956: Suez-crises en de benzinerationalisering betekende dat de markt om een kleine auto vroeg. De voorzitter van het toenmalige BMC (British Motor Company), Sir Leonard Lord rook letterlijk het gat in de markt en vroeg aan van zijn meest geniale ontwikkelaar, Alec Issignonis, dat hij een auto voor deze marktvraag zou ontwikkelen.





Het compacte meesterwerk

Issignonis concentreerde zich vervolgens op het allernodigste – de kleinste auto met plaats voor vier personen en bagage. Terwijl hij deze paradox probeerde op te lossen, kwam hij op het geniale idee: als de motor dwars aan de voorzijde wordt ingebouwd en de voorwielen als aandrijving fungeren en de versnellingsbak in het carter wordt ondergebracht, is een dergelijke auto te realiseren. Zijn idee om de motor dwars te plaatsen heeft voor een revolutionaire omwenteling in de auto-industrie gezorgd.

De zeer snelle ontwikkeling

Deze kleine auto werd onder de projectnaam ADO (Austin Design Office) in 1957 binnen zes maanden ontwikkeld. De ontwikkeling verliep voorspoedig en reeds in juli 1958 nodigde Issignonis zijn chef Leonard Lord uit voor het maken van een rijtest op het fabriekterrein. Reeds na een rijtoer van vijf minuten was Lord overtuigd. Hij gaf Issignonis de opdracht om de productie binnen twaalf maanden te starten en in mei 1959 liepen de eerste Minis uit de fabrieken in Longbridge en Cowley van de band.

Moderne techniek

Afgezien van de revolutionaire motor- en aandrijfconstructie was de Mini in meerdere opzichten een auto met toekomstvisie. Tot de

THE
VOLUTIONARY
"QUALITY FIRST"
MORRIS
MINI-MINOR

absolute bijzonderheden behoren bijvoorbeeld de rubbervering, de plaatsbesparende 10"-wielen en de tandwielstuurinrichting. De zelfdragende carrosserie, die voor een vereenvoudiging van het productieproces voorzien was van naar buiten gerichte lasnaden, beschikte over een extra raamwerk waar de motor en de aandrijving op waren gemonteerd. Dergelijke vooruitstrevende ontwikkelingen werden door Issignonis meestal op een servetje getekend en ontworpen.

THE INCREDIBLE AUSTIN SEVEN

Symbool van een generatie

De verkoop van de Mini kwam slechts langzaam op gang. Desondanks werd reeds in 1962 de jaarproductie van 200.000 exemplaren overschreden en bleef tot en met 1977 constant boven deze grens. Op het moment dat de rijken en de mooiste der aarde de Mini als ideaal vervoermiddel voor de stand ontdekte, groeide de 'evergreen' uit tot het symbool van een complete generatie. Daarbij kwam dat de resultaten van de Mini bij internationale rally's de Mini ook nog een sportief imago gaven en was zijn plaats in de automobielgeschiedenis definitief bevestigd en geschreven. Het beste resultaat bereikte de Mini in 1971 toen er niet minder dan 318.475 gebouwde auto's van de band af rolden. British Leyland bouwde de Mini tot 1982 in verschillende uitvoeringen waaronder de Pick-up, Van en de Combi. De productie van de standaard limousine loopt nog steeds en het ontwerp uit 1957 is vrijwel niet gewijzigd.

De Mini Cooper geschiedenis

Voordat zelfs maar de eerste seriematig geproduceerde Mini in 1959 op de markt kwam, bestond er al een krachtiger versie. Deze sterkere broer had echter nog niemand gezien. Hij bestond namelijk alleen in het schetsboek van een zekere Cooper, een tekenaar, ontwikkelaar en autotuner. Deze Cooper was bovendien een vriend van Sir Alec Issignonis. Cooper was er dusdanig op gebrand om een Mini in handen te krijgen, dat hij zich inliet in een voor hem niet gunstig samenwerkingsverband. BMC nam slechts een deel van de ontwikkelingskosten voor haar rekening en gaf Cooper twee Britse ponden per verkochte Mini met Cooper-embleem. De eerste Mini Cooper kwam in 1961 op de markt en werd voortgedreven door een motor met een cilinderinhoud van 997 cc. Het vermogen dat de motor leverde bedroeg 55 pk bij



6000 omw/min. Met 145 km/h was hij beduidend sneller dan de seriematige Mini die met haar motorinhoud van 848 cc niet sneller kon dan 116 km/h.

Het resultaat was echter wel dat het aantal verkopen zienderogen toenam. Dit succes gaf John Cooper als het ware creatieve vleugels en reeds in 1963 stelde hij als opvolger voor de publieksversie de Cooper S een auto voor de racerij voor. Deze auto beschikte over een motor met een cilinderinhoud van 1071 cc en leverde 68 pk. Deze eerste Mini Cooper S sprintte en driftte naar zijn doorbraak, zoals verwacht: derde en zesde in het totaalklassement bij de Monte Carlo rally in 1963. Dat dit resultaat niet op toeval berustte, bewees de Mini Cooper S dan direct daarna met een sensationele drievoudige zege in deze traditionele rally. De Mini Cooper S zegevierde in het totaalklassement in 1965, 1966 en 1967.

Het tijdperk van deze legendarische Britse auto eindigde voorlopig met een 75pk-versie, de Cooper 1275 S. Deze versie werd tot 1971 gebouwd. In 1990 keerde de Mini Cooper terug als een speciaal model in een 1:1000 exemplaar.



Nieuwe type computer in de maak

Kwantumcomputer zet logica op z'n kop



De computer van vandaag met z'n chips, z'n bits en bytes en z'n binaire logica houdt onze snelle wereld draaiende. Toch wordt hij al een behoorlijk dagje ouder. De technologieën in de hedendaagse computer zitten aan hun plafonds. Hoog tijd voor nieuwer, beter en sneller. Dat zit er nu aan te komen in de vorm van de kwantumcomputer. Over 25 jaar staat de gewone computer in het museum achter het bordje: 'Niet aanraken a.u.b.!'

Onze computer is een ding dat heel gehoorzaam luistert naar de wetten van de natuurkunde en de logica. Wat de natuurkunde betreft: in een chip als de Pentium 4 van Intel krioelen miljoenen elektronenstroompjes tussen deurtjes (microtransistoren) die in een zeer hoog tempo open en dicht klappen.

En wat de logica betreft: als een computer moet delen door nul, gaat hij letterlijk uit zijn dak. Tegen deze bekende rekenkundige blunder is de computer dan ook beveiligd.

De uitvinder

Vraagje: wie is de uitvinder van de computer? Er zijn maar weinigen die dat weten. De eer van de uitvinding van een machine die het best kan worden omschreven als een 'programmeerbare gegevensverwerkende automaat', gaat naar de Engelse wiskundige Charles Babbage rond 1860. Babbage ontwierp uit een mechanische rekenmachine (de Verschillenmachine) een handgedraaide computer (de Analytische Machine) waarin rekenopdrachten vast lagen en die aan de lopende band logaritmentabellen produceerde.

Voor 'computers' die werken op kogellagers, tandraderen, hefbomen en staffelwalsen was in de 19de en 18de nauwelijks een markt. Dat kwam pas toen in de jaren dertig van de vorige eeuw toen het elektromagnetische relais en de elektronenbuis werden uitgevonden. In de nadagen van de tweede wereldoorlog leverde dat de eerste elektronische computer op: de legendarische Electronic Numerical Integrator And Computor (ENIAC).

Enigszins betaalbaar werden computers pas in de jaren vijftig nadat de transistor was uitgevonden en Amerikaanse bedrijven als IBM, NCR en Honeywell de rekenautomaten aan de lopende band gingen fabriceren.

De grootste en belangrijkste uitvinding uit de vorige eeuw is ongetwijfeld die van de chip, alias het volledig geïntegreerde micro-elektronische schakelcircuit. Jack Kilby van Texas Instruments was de man die de centrale verwerkingseenheid van een kleine computer op één enkele chip samenbracht. Daarmee was de microprocessor geboren en kon de computer in hoog tempo uitgroeien tot het apparaat waarop ik nu dit artikel zit te schrijven.

Veel te traag

Sinds de tijd dat microtransistors in steeds grotere aantallen op halfgeleidende siliciumchips kunnen worden aangebracht en gegroepeerd, is de technische vooruitgang in de richting van de miniaturisering gegaan. Steeds kleiner en steeds meer was het devies. Waren de eerste microtransistors op de eerste chips nog met het blote oog waarneembaar, later moest daar de loep en weer later de microscoop aan te pas komen. De transistortjes zijn nu zó klein: een nanometer (miljardste meter) of nog kleiner, dat je ze met de beste lenzen niet meer scherp kunt fotograferen. Hun omvang komt in de buurt van de golflengte van het zichtbare licht. De lichtgolven spoelen er als het ware overheen met een onscherp beeld als resultaat.

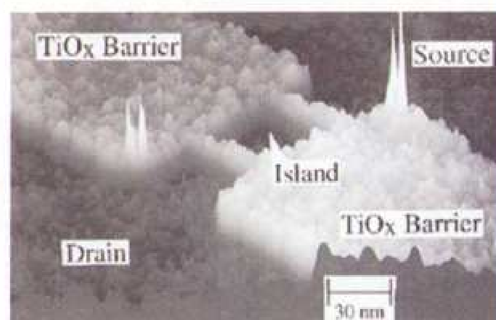
Maar er is nog een andere, veel ernstiger consequentie verbonden aan deze zogenoemde nanotechnologie. Technisch is het mogelijk om de binaire schakelelementjes nòg kleiner te maken. Kleiner betekent sneller en dat is belangrijk want in de beleving van de mens is de computer altijd te traag. Dat de chip in één seconde vele miljoenen berekeningen moet maken, daar staat de ongeduldige mens niet bij stil. Als hij een paar seconden moet wachten, zegt hij al gauw dat zijn computer 'niet vooruit te branden' is.

Maarja, nu zit de computertechnologie met haar nanotechnologie tegen de grens van de natuurkundige mogelijkheden. Want wat gebeurt er als we op een nanochip de klokfrequentie sterk opvoeren om er meer rekensnelheid uit te persen?

Twee dingen: de chip 'verbrandt'. Hij wordt zó heet dat de kristalletjes van het silicium smelten. Het tweede effect is nog dramatischer: het schakelen tussen nul en één gaat nu zó snel èn de afstanden tussen de microtransistoren zijn zó klein dat er geen elektronenstroompjes meer



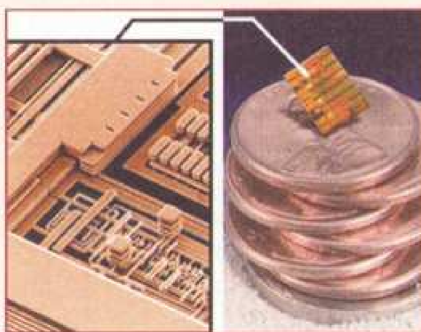




verwerkt worden maar afzonderlijke elektronen.

Kwantumfysica

En hiermee komen we terecht in het vervolg op de gewone en ons zo vertrouwde natuurkunde: de kwantummechanica. Dit is een vreemde wereld waarin de natuurwetten van de gewone natuurkunde niet langer van kracht zijn. De wetten van de kwantumwereld lijken te spotten met de logica. Kwantumeffecten zijn voor veel mensen totaal onbegrijpelijk.



Kun je je voorstellen dat een voorwerp op twee of meer plaatsen tegelijk aanwezig kan zijn? Nee? Nou, in de kwantumfysica kan dat dus wèl.

Kun je je voorstellen 'iets' uit 'niets' kan ontstaan? In de kwantumfysica kan dat. Een elementair deeltje of kwantum kan ineens uit niets opduiken of zo maar in niets verdwijnen.

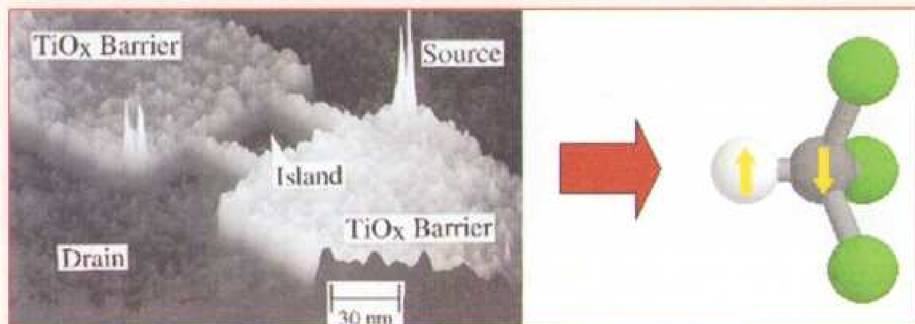
Eén van de eerste kwantumeffecten waarmee de computertechniek te maken kreeg was elektronentunneling. Het effect deed zich voor tussen zeer dunne, op elkaar gestapelde lagen met een dikte van één atoom. De isolerende lagen verloren daarbij hun isolerende eigenschap en werden supergeleidend. De elektronen bewogen zich volkomen vrij tussen de lagen en waren op veel plaatsen gelijktijdig aanwezig.

De Britse natuurkundestudent Brian Josephson, die dit ontdekte, voorspelde dat een diepgekoeld en supergeleidend binair schakelelement dat van elektronentunneling gebruikt maakt, een 'oneindig' grote schakelsnelheid moest hebben. IBM Research in Zwitserland nam de proef op de som. De snelheid van de Josephson-schakelaar bleek niet 'oneindig' groot maar lag wèl onder in het picosecondengebied. Enkele biljoenste seconden: voor de computertechniek uit de jaren tachtig nog een paar bruggen te ver.

Kwantum-research

Voorbij de nanotechnologie strekt zich de vreemde wereld van de kwantumtechnologie uit. Al meer dan tien jaar wordt aan kwantumcomputer-research gedaan en niet zonder resultaat. De eerste kwantum'computer' heeft al gerekend. Isaac Chuang van IBM's Almaden onderzoekscentrum liet een parallelle kwantumcomputer een lijstje met getallen sorteren. Zijn 'computer' was een reageerbuisje met alanine. De atomen werden bij het absolute nulpunt tot stilstand gebracht. In verstilde vorm werd elk alaninemolecuul een 3-bit kwantumcomputertje dat zijn drie koolstofatomen als werkgeheugen gebruikte.

Het kwantumcomputer-onderzoek is nog nieuw en krijgt met de raarste problemen te maken. Als we de voorwaarden scheppen waarin we afzonderlijke elektronen kunnen manipuleren, dan hebben we niks meer aan de binaire (tweetallige)



logica van nullen en enen. Er is in die wereld een andere logica van kracht. De nieuwe logica is niet meer 'logisch' in menselijke zin. Een plus een is niet meer twee, maar bijna twee. De kortste afstand tussen twee punten is niet meer een rechte lijn maar nul: de afstand bestaat niet meer. De oude wet van oorzaak en gevolg, kun je ook vergeten. In de kwantumwereld zijn voor een gevolg geen oorzaken meer nodig.



Er is gelukkig één wiskundige die de kwantumlogica voor een groot deel aan het begrijpen is. Dat is dr. Peter W. Shor van AT&T Bell Labs in New Jersey. Shor is nu zó ver dat hij een algoritme of rekenmethode heeft ontwikkeld die met de nieuwe logica van kwantumposities en superposities overweg kan. Zijn uitdaging wordt de uiterste krachttoer voor computers: het ontbinden van grote getallen in factoren.

De tijd die een gewone supercomputer nodig heeft om een groot getal te factoriseren neemt exponentieel toe met het aantal cijfers dat het getal groot is. Het grootste getal dat tot nu toe is ontbonden is 150 cijfers groot. Drie Cray supercomputers hebben er maanden op staan stampen.

Het factoriseren van een getal van 200 cijfers is voor de gewone computer niet meer te doen; het zou miljarden jaren vergen. Volgens Shor zou een kwantumcomputer het 200-cijferige getal in minder dan een uur kraken: het resultaat van legio parallelle (gelijktijdige) rekenstappen, in plaats van stapje na stapje.

Niet kijken!

Er is nog iets raars met de kwantumcomputer. Je kunt hem programmeren en van gegevens voorzien door met een gemoduleerde laser- of elektronenstraal de atomen van de moleculen 'aan te slaan'. Een volgende laserpuls verandert deze kwantumposities en dat veroorzaakt dan meteen het verwerkingsresultaat. De eindstap wordt dan natuurlijk het uitlezen van het resultaat.

Ook met laser? Vergeet het. Als je een laserstraal door een kwantumregister jaagt om er de gegevens uit te halen, krijg je niet te zien wat er in het register staat. De fotonen van de laser hebben de inhoud van het register veranderd!

Een manier om een kwantumcomputer uit te lezen verloopt indirect. Met een techniek die bekend is uit de medische techniek: Nuclear Magnetic Resonance (NMR). NRM resoneert met een kwantumregister mee. Niet kijken maar kopiëren dus.

Een andere methode om aan kwantumcomputers hun supersnelle rekenresultaten te ontlokken is de zwarte elektronendoos van Nec. Het is een zwart metalen doosje van 0,5 en 0,07 micrometer lang en breed en 15 nanometer hoog. Deze Cooper-pair box is via een Josephson-elektronentunnel verbonden met één quantumpoort. Nec's Cooper-pair box bevat ongeveer een miljard elektronen. Wanneer er niets door de elektronentunnel gaat, blijft de doos elektrisch neutraal. Een kwantumpoort in superpositie bevat een verwerkingsresultaat en zal via de tunnel elektronenparen aan deze black box aanbieden die daardoor zijn neutraliteit verliest. Dit resulteert in twee golven die coherent (met elkaar in fase) zijn maar in hoogte verschillen: de vertaling van kwantumbits naar gewone bits.

Veelbelovend

Is de kwantumcomputer levensvatbaar? Ik geloof het wel. De techniek staat nog aan het begin maar wat de kwantumcomputer in principe kan is zó veel belovend dat er miljarden in de research worden gepompt.

Het meest belovend is het vooruitzicht van de parallelle verwerking op basis van Shor's algoritme. Stel dat we over een jaar of tien een echte, werkende kwantumcomputer hebben. We kunnen daarmee problemen te lijf gaan waarmee je bij een gewone supercomputer niet aan boord hoeft te komen. Het voorspellen van chaotische systemen bijvoorbeeld. Of rekenkundige problemen waar elke normale computer voor terugdeinst zoals vloeistofmechanica of het ontraadselen van DNA-moleculen.

Een spectaculair kenmerk van de toekomstige kwantumcomputer is dat hij in omgekeerde richting werkt. Een gewone computer begint altijd bij het begin en werkt naar het eindresultaat toe. De kwantumcomputer bereikt in één parallelle rekenslag het eindresultaat maar hij zal vervolgens aan de mens moeten uitleggen (explain!) hoe hij daaraan gekomen is.

Nu nog werkt een computer moeizaam toe naar een zo goed mogelijk resultaat. Straks kan een wetenschapper de kwantumcomputer bijvoorbeeld een kwaal of ziekte voorleggen waarna de computer direct de chemische formule geeft voor het beste medicijn. Als de onderzoeker wil weten hoe die formule tot stand is gekomen, zal hij zijn computer in omgekeerde richting aan het werk moeten zetten.

Panasonic HHR300SCP



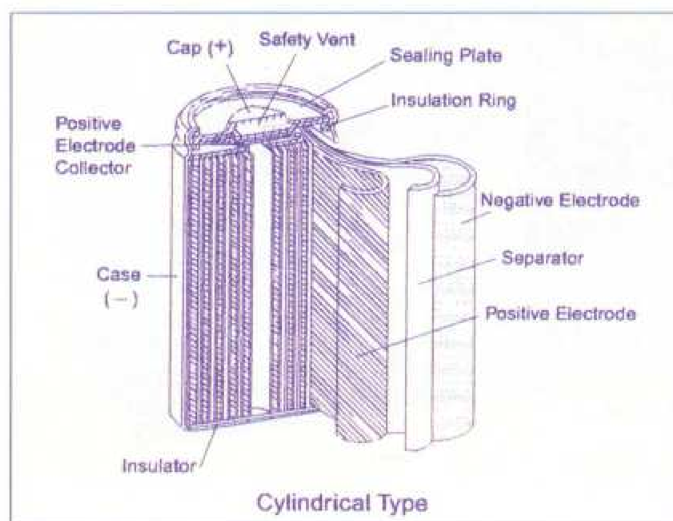
De Panasonic HHR300SCP - we hebben de accu in Duitsland gekocht met als type-aanduiding NMH 3000 - zorgt voor een grote stap voorwaarts in de realisering van extreem zwaar te belasten accu's. Tot op heden waren het eigenlijk alleen de bekende NiCd-accu's die de markt beheersten, maar we zien een kentering aankomen. Belastbaarheid in combinatie met voldoende capaciteit is voor ons en onze hobby van groot belang. Waarom? Het geeft meer vrijheid!

Alleen de NiCd-accu geldt momenteel nog steeds als robuust en krachtig. Weliswaar heeft de Nikkel-Metaalhydride techniek een voorsprong voor wat betreft de capaciteit, maar vormt de noodzakelijke belastbaarheid het probleem. Sinds kort levert Panasonic echter enkele accu's op deze techniek gebaseerd, die dit nadeel niet meer kennen. Een voorbeeld hiervan is de HHR300SCP, een accu met een capaciteit van 3000 mAh. Een eventueel sterkere versie is ook leverbaar, namelijk de HHR650SCP, een versie die niet minder dan 6500 mAh aan capaciteit heeft!

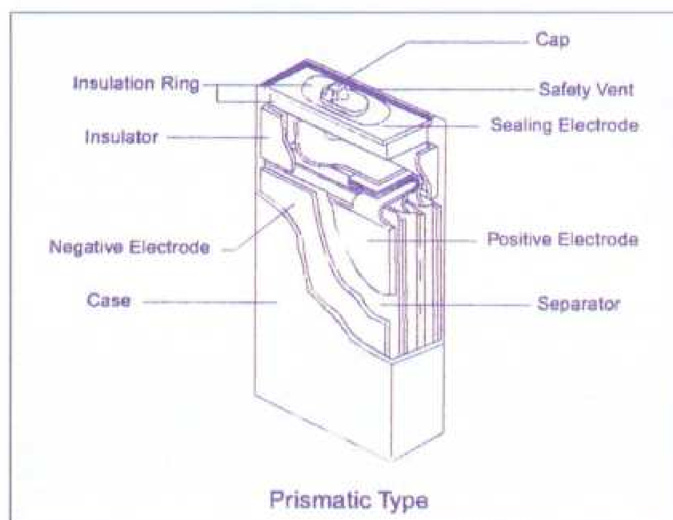
De eerstgenoemde cel, de HHR300SCP, is van het type D (zie ook tabel 1 en afb. 1) heeft een massa van 56 gram en een capaciteit van 3000 mAh. Terug naar ons uitgangspunt, het waarom capaciteit zo belangrijk is: Nog altijd is onze vrije tijd spaarzaam gezaaid, immers moeten we onze tijd goed indelen, variërend tussen familie, sociale contacten en onze hobby. Als modelvlieger wil je vliegen en geen accu's laden. Dit laden is dan weliswaar een

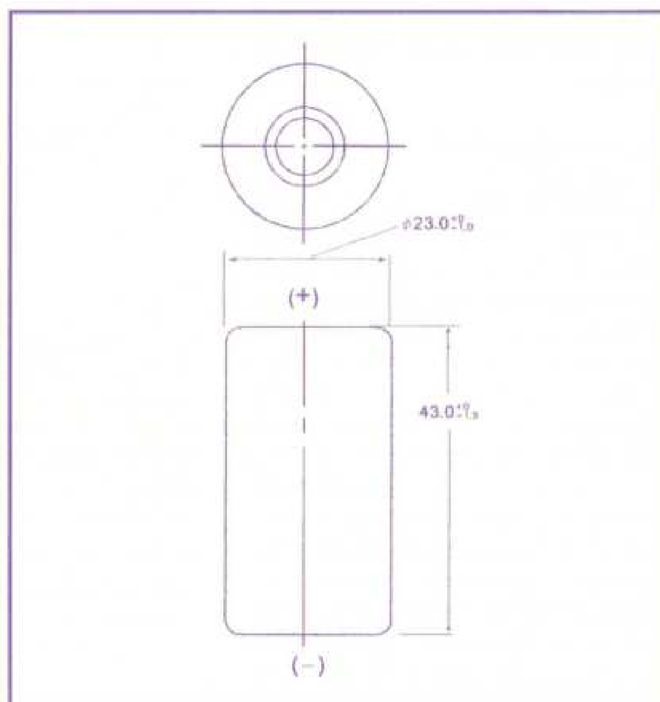
noodzakelijk kwaad, maar vliegen (of RC-car rijden) is de doelstelling. Wat we willen is feitelijk een accu die zich zeer snel laat laden en zoveel capaciteit bezit, dat we een hele dag zonder verdere inspanning kunnen vliegen en/of autorijden. Dat dit momenteel een utopie is, zal een ieder aanspreken. Echter nieuwe technieken maken onze doelstelling wel steeds haalbaarder (maar een hele dag?!).

Volgens het datablad kan de dit jaar geïntroduceerde accu worden geladen met 1,2 A, maar wordt aangegeven dat we de accu met zelfs 3 A kunnen laden. Dit betekent in de praktijk dat de accu in een uur op volle capaciteit kan worden gebracht. Weliswaar nog niet erg snel, maar betekent een aanzienlijke stap voorwaarts. Sneller laden is mogelijk, maar dan wel op eigen risico. Zelf raad ik iedereen aan om een automatische lader te gebruiken. Dergelijke laders kiezen zelf de toegestane laadstroom en gaan over op druppelladen als de accu op volle capaciteit zit. Wel wijs ik er op dat de meeste van deze automatische laders geënt zijn op NiCd-accu's en daarmee te snel laden – met een te hoge stroomsterkte - als we proberen om de HHR300SCP daarmee op te laden. Er zijn echter ook automatische laders op de markt voor accu's die op deze Nikkel-Metaalhydride techniek zijn gebaseerd.



Afb. 1 De nieuwere Nikkel-Metaalhydride cellen uit elkaar gehaald.





Specifications

	mm	inch
Diameter	23.0 +0 / -1.0	0.91 +0 / -0.04
Height	43.0 +0 / -1.5	1.69 +0 / -0.06
Approximate Weight	**Grams**	**Ounces**
	55g	1.94

Nominal Voltage			1.2V	
Discharge Capacity*		**Average****	3050mAh	
		Rated (Min.)	2800mAh	
Approx. Internal impedance at 1000Hz at charged state.			4mΩ	
Charge		**Standard**	300mA (0.1C) x 16hrs.	
		Rapid	3000mA (1C) x 1.2hrs.	
Ambient Temperature	**Charge**	**Standard**	**°C**	**°F**
			0°C to 45°C	32°F to 113°F
		Rapid	0°C to 40°C	32°F to 104°F
	Discharge		-10°C to 65°C	14°F to 149°F
	Storage	**< 2 years**	-20°C to 35°C	-4°F to 95°F
		< 6 months	-20°C to 45°C	-4°F to 113°F

* After charging at 0.1C for 16 hours, discharging at 0.2C.
** For reference only.
Battery performance and cycle life are strongly affected by how they are used. In order to maximize battery safety, please consult Panasonic when determining charge / discharge specs, warning label contents and unit design.

Tabel 1. De verschillende specificaties en dimensies van de Nikkel-Metaalhydride cellen. (meer informatie vind u op www.panasonic.com)

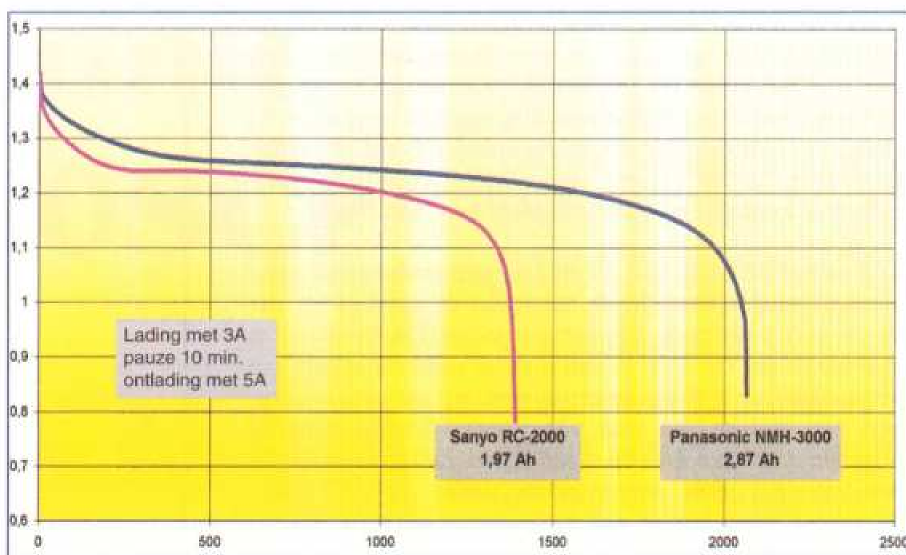
Deze accu's maken gebruik van het metaalgebonden waterstof in plaats van het giftige cadmium. Het gevolg is dat als het even gaat we moeten voorkomen dat deze accu's volledig leeg worden opgeborgen. Of beter nog voorkomen dat de cel onder de 0,8 V komt. Bovendien moeten we absoluut zorgen dat de accu qua polariteit

goed wordt aangesloten. Het verkeerd om laden heeft desastreuze gevolgen.

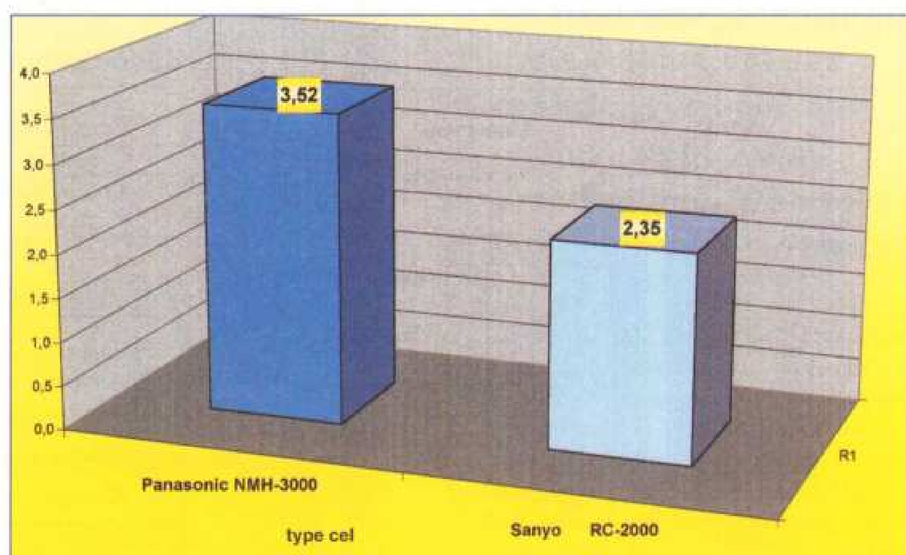
Sensationele grafiek

Al snel blijkt dat als we de accu belasten met een (bijna gebruikelijke) stroom van 5 A de accu niet alleen 46 % meer capaciteit heeft, maar bovendien ook over een naar verhouding veel hogere spanning tijdens de totale ontlaadtijd beschikt. In afb. 2 hebben we een grafiek opgenomen, waarin we twee accu's met elkaar vergelijken. Kijken we naar het vlak onder de grafieken, kunnen we al snel de totale hoeveelheid opgeslagen energie aflezen. De opgeslagen energie is spanning vermenigvuldigd met de capaciteit. We zien dat de Panasonic accu 3,52 Wh heeft opgeslagen tegen de RC 2000 van Sanyo (een NiCd-accu!) 2,35 Wh. We praten hier over een meercapaciteit van niet minder dan 50 %.

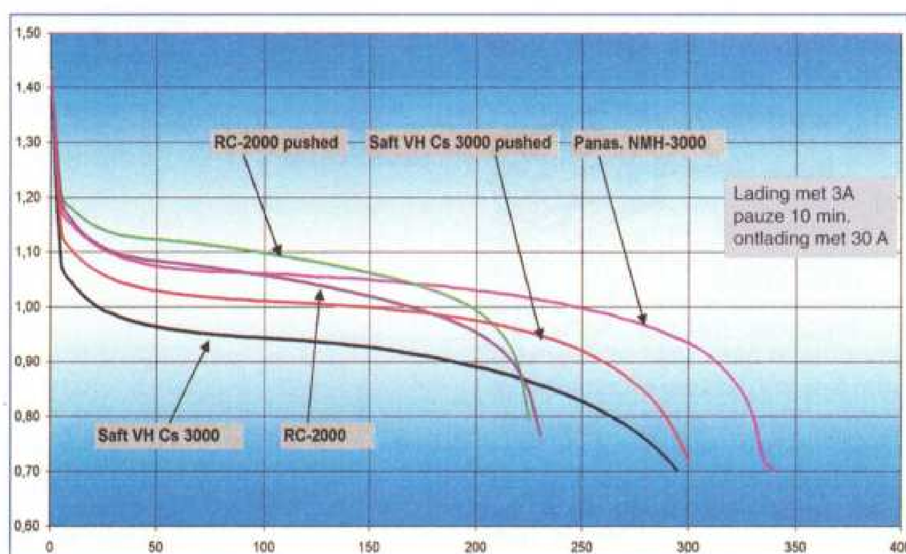
Nog interessanter wordt het als we gaan kijken naar de ontlaadcurve. We gaan beide accu's ontladen met een stroom van 30 A. Bij deze stroomsterkte, als we kijken naar een aandrijving voor onze hobby, hebben we al snel te maken met een behoorlijke aandrijving. Bij een dergelijke ontlaadstroomsterkte zijn het in de eerste plaats de bekende NiCd-accu's die duidelijk laten zien wat ze waard zijn. We hadden ook niet anders verwacht. Echter blijkt dat na reeds 90 seconden de bekende en goed verkrijgbare NiCd-accu's voor wat betreft de ontlaadspanning door de Nikkel-Metaalhydride cellen worden ingehaald. Zelfs als we de verbeterde versies van de NiCd-accu's gebruiken, blijkt dat deze zich na circa drie minuten laten inhalen. Het zijn daarna de Nikkel-Metaalhydride cellen die de scène bepalen. In de afbeeldingen 3 en 4 zijn nog enkele grafieken van de test opgenomen.



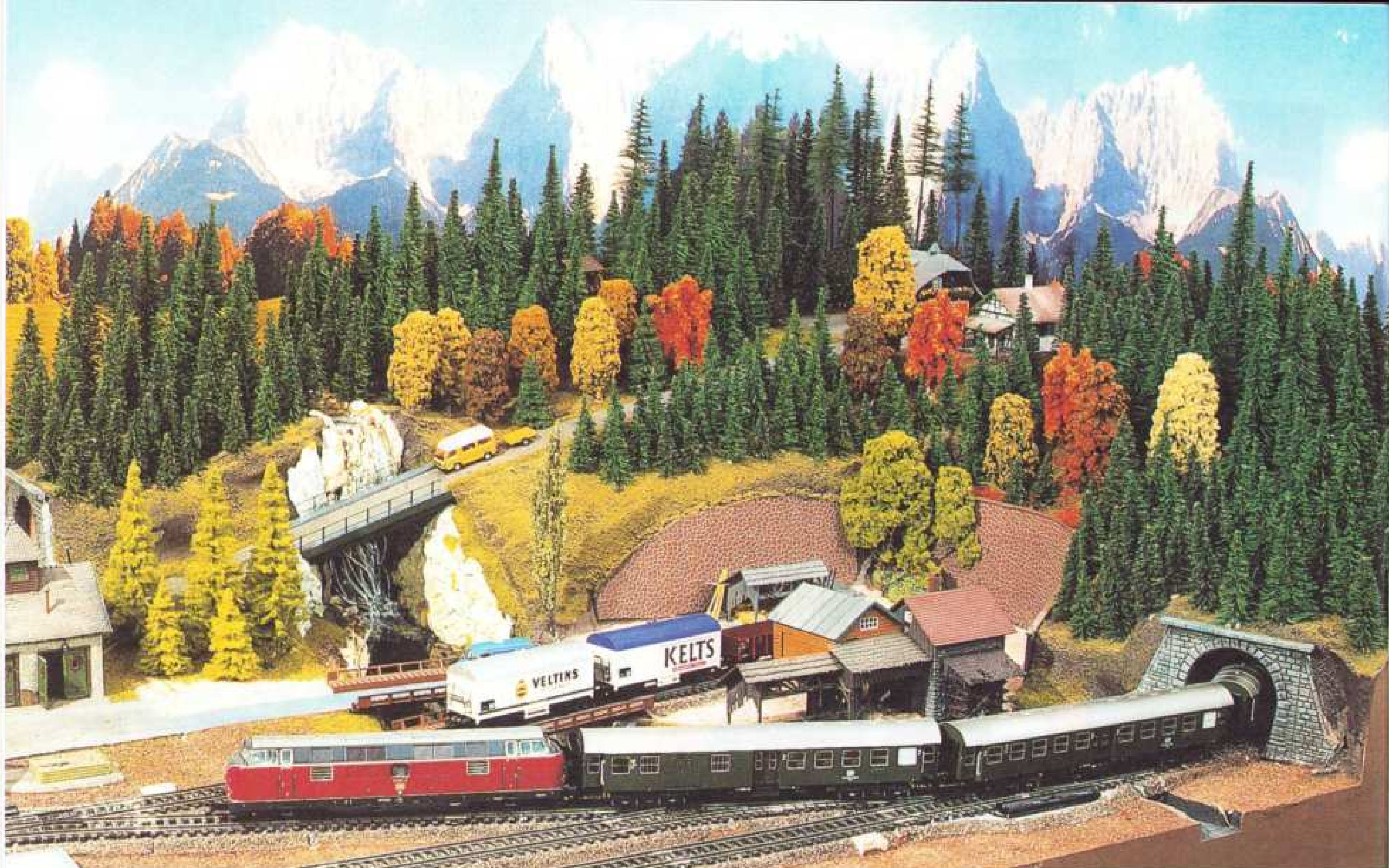
Afb. 2 De vergelijking tussen de RC 2000 en de HHR300SCP bij een ontlaadstroom van 5 A.



Afb. 3 De vergelijking tussen de opgeslagen energiehoeveelheden.



Afb. 4 De vergelijking bij een ontlaadstroom van 30 A. We zien dat reeds na 90 seconden de standaard cellen worden ingehaald door de nieuwere technieken.



Afb. 1 Deze opname toont de rechterzijde van onze modelbaan. In totaal neemt het minder dan 2 vierkante meter in beslag. Let op de harmonische overgang van de modelbaan naar de achtergrond, waardoor er een aanzienlijke dieptewerking wordt gerealiseerd.

Het station Nieder-Ramstadt-Traisa

Meestal gebeurt het vrij plotseling en staat daar ineens dat kleine spoorbaantje in de hoek van de kamer. Soms als gevolg van een startkit die een treintje in een ellipsvormige baan rondjes laat draaien. Soms ligt hij al langer te wachten en wordt hij af en toe opgebouwd om op de vloer mee te spelen. Ook ligt de miniatuur spoorbaan soms in de kelder of op zolder weg te stoffen, een trieste zaak die snel moet worden omgezet in een voor iedereen aantrekkelijke hobby-omgeving. Langs welke weg de miniatuurbaan de juiste snaar weet te raken om de droom van een eigen treinbaan of complex waar te maken, maakt niet uit. Eens moet het gebeuren.

Op het moment dat we ons meer willen gaan bezighouden met de modeltreinbaan, duiken er enkele vragen op. Enkele daarvan willen we in dit artikel aan de hand van een kleine modelbaan, waarvan de wording stap-voor-stap wordt behandeld, beantwoorden. In de eerste plaats gaat het ons om enkele impulsen voor een eigen baan te geven en bovendien een ieder kennis te laten maken met de verschillende materialen en werkwijzen. Iedereen heeft immers een andere voorstelling van hoe zijn/haar modelbaan er uit moet gaan zien. Of het daarbij nu gaat om het railplan, de werking of de omgeving waarin de baan wordt geplaatst: iedereen denkt daar anders over. Daarbij komt nog eens de beschikbare ruimte voor onze modelbaan, die vaak bepalend is voor hetgeen we willen bereiken met onze modelbaan. Echter met wat geduld en handigheid in combinatie met een goede en zorgvuldige planning kunnen we ook in kleinere ruimten een geschikt banencomplex opzetten. Ook een kleinere modelbaan kan ons veel vreugde bezorgen.



Afb. 2 Nadat de rails volgens het railplan is neergelegd, worden ook de gebouwen – voor zover deze reeds zijn gebouwd – op de plaat neergezet. Zodra de plaatsen definitief zijn bepaald, worden de buitenste omtrekken van de modellen op de basisplaat getekend.

Een overzichtelijk project

De hier voorgestelde modelbaan bouwen we met spoor K van Märklin. De baan zelf kan echter ook met andere railsystemen worden opgezet. Het baanplan wordt in een later stadium verder uitgediept.

Een bouwdoos uit het assortiment van Faller heeft als voorbeeld voor de naam van ons project gediend: station Nieder-Ramstadt-Traisa. Het concrete voorbeeld bevindt zich ten zuidoosten van Darmstadt. Voor we met de bouw beginnen, willen we op enkele belangrijke kenmerken van het ontwerp wijzen: omdat de rails op dezelfde hoogte ligt, kan 'Nieder-Ramstadt-Traisa' ook in vlakbouw worden opgebouwd, indien nodig zelfs met afneembare gebouwen. Een dergelijk vlak kan ook eenvoudig worden opgeborgen, bijvoorbeeld (wel beschermd regen stof) onder het bed of onder het plafond (met een hijsinstallatie) of wegklapbaar in een kast.

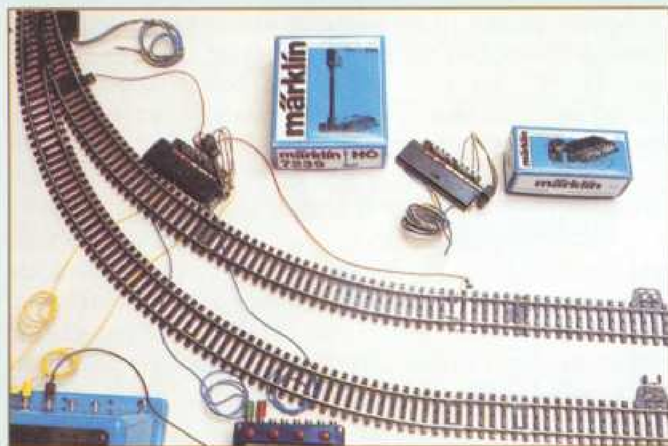
Het railplan toont een kleine baan bestaande uit twee sporen. Van hieruit kunnen twee doodlopende stukken worden bereikt, bijvoorbeeld om het hier getoonde industrieterrein of een steengroeve te kunnen bedienen. Een ander doodlopend spoor leidt naar een goederenloods. Op de rechterhelft van onze modelbaan bevindt zich een rangeerspoor, dat als het even mogelijk is door het landschap min-of-meer aan het oog moet worden ontrokken. We zorgen daarmee voor het verborgen houden van de door ons uitgevoerde treinenwissel. In combinatie met het tweede stationsspoor kunnen op dit complex drie treinen rondrijden. Bovendien kan ook nog een rangeerlocomotief worden ingezet om de drie railaansluitingen te bedienen.

Tijdens het in bedrijf zijn van onze modelbaan kunnen we ons desondanks toch nog uitleven. Zo kan de liefhebber van rangeren zijn gang gaan, zonder dat hij/zij daarbij het andere treinverkeer stoort.

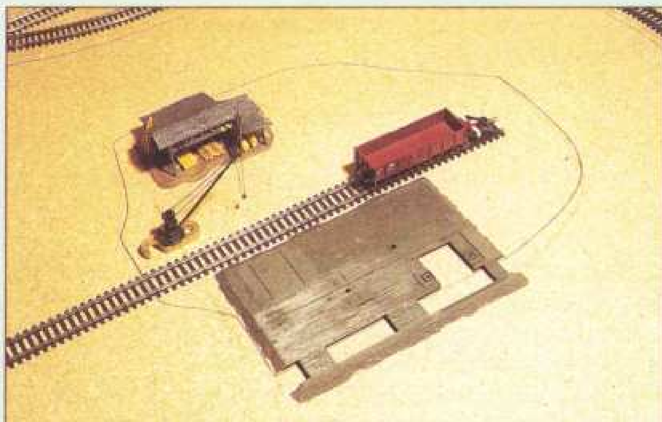
Op het rechterdeel is ook een lichte verhoging gepland. Deze verhoging is hier meer op zijn plaats dan bijvoorbeeld een alpenlandschap. Deze verhoging is namelijk goed inzetbaar, zoals het verloop van de wegen en straten ons ook duidelijk maken. We hebben gebruik gemaakt van de modellen van Faller en Pola, evenals het grootste deel van de additionele toebehoren, zoals de tunnelportalen tot aan de bossages en bloemen aan toe. Het kleine beekje, dat ook de houtzagerij van energie voorziet, dient om het geheel optisch wat vrijer te maken. Het is kortom een modelbaan geworden waarop alles wat te veel kan zijn is weggelaten. De treinbaan voegt zich dan ook, ondanks de kleine afmetingen, harmonisch en waarheidsgetrouw in het landschap.

Van idee tot plan

We maakten enkele kopieën van het sporenplan, zoals we die hadden opgesteld. Op deze kopieën tekende we de verschillende landschappen. De uiteindelijke beslissing was niet moeilijk: het linkerdeel van de modelbaan werd vrijwel volgens plan ingedeeld. Hier komt een dorpje te liggen. Alleen aan de achterste rand moest het landschap langzaam omhooggaan. Op het rechterdeel is een klein meertje gepland, die door een kleine alpenbeek en een watervalletje van water wordt voorzien. Tussen de rails en het meertje plaatsen we een door waterkracht aangedreven houtzagerij. Het nog resterende vlak wordt van een lichtglooiende heuvel voorzien, in eerste plaats vanuit visueel oogpunt om daarmee de modelbaan visueel ook wat los te maken, maar op de tweede plaats ook om het in een bocht liggende opstelspoor te verdekken.



Afb. 3 Reeds bij een eerste test worden de wissels en de signalen provisorisch aangesloten. Alleen op deze manier kunnen we controleren of het plan wat we hebben gemaakt ook daadwerkelijk uitvoerbaar is en aan onze verwachtingen voldoet.



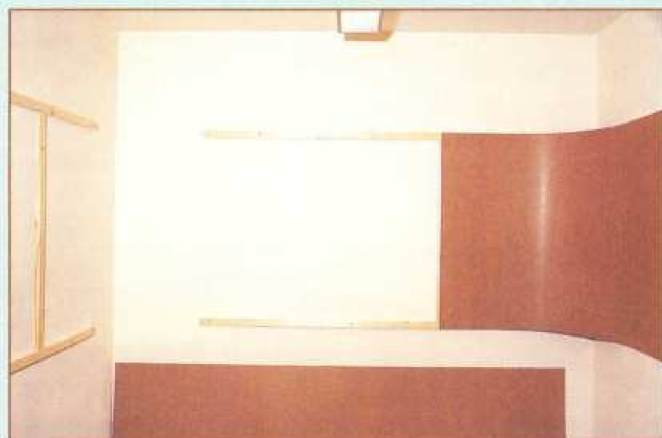
Afb. 4 De zich aan twee zijden van de rails bevindende houtzagerij moet uit de basisplaat worden gezaagd. De omtrek is reeds getekend. De basisplaat voor deze houtzagerij is te groot en moet dientengevolge aan de omstandigheden worden aangepast.

Nadat de vorm van het landschap was bepaald, konden we eindelijk de basis optekenen en de gebouwen intekenen. Bij banen in deze orde van grootte is het raadzaam om geen al te opvallende gebouwen te kiezen. Met name niet als het, zoals in ons geval, om een landelijke omgeving handelt. Op de verhoging aan de rechter zijde worden twee gebouwen opgesteld, zoals men die vaak in het middelgebergte tegenkomt. Met recht kunnen we in het dorpje spreken van flessenhals. Alles is hier vrij eng, ondanks dat we gekozen hebben voor modellen die slechts weinig ruimte innemen.
Vooral het plein voor de gebouwen wordt makkelijk onderschat. Het is bijna ondoenlijk om hier geen compromissen te sluiten. Het is dan ook van groot belang om hier reeds tijdens de planning rekening mee te houden. Dit betekent dat we steeds met de daadwerkelijke oppervlakten van de modellen werken. Deze staan altijd in de catalogus van de fabrikanten vermeld!

Een stabiele basis

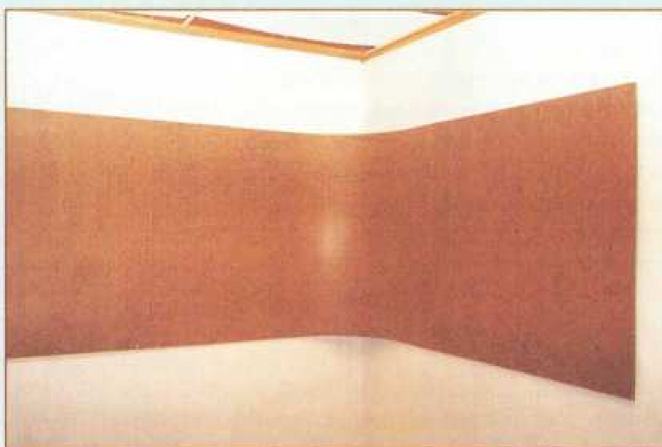
Het opbouwen van de baan begint altijd met het opzetten van een geschikte, stabiele basis. Met andere woorden een grondplaat of een opzetplaat. Hierop worden de rails, het landschap en de andere inrichtingen geplaatst. We starten met de verschillende opbouwplaten, waarmee we de bouw van een vlakke baan op een eenvoudige manier verwezenlijken. Een dergelijke oplossing is beter toepasbaar als we niet over de ruimte beschikken om een modelbaan stationair (een vaste plaats) neer te zetten. Enkele voorbeelden om een dergelijke baan op te ruimen, of anders gezegd uit het zicht te laten verdwijnen, zijn al genoemd. Uiteraard is een aantal modelbouwers hier faliekant op tegen en zal veel kritiek op deze oplossing hebben. Desondanks is dit, zeker bij beginners, de meest gebruikte vorm om een modelbaan te realiseren. Een meer actuele en universelere methode is het gebruik maken van een raamconstructie, die ook bij de bouw van dit complex een rol speelt.

De basisplaat voor onze modelbaan werd voor ons in de bouwmarkt op maat gezaagd. We kunnen voor deze plaat uit drie materiaalsoorten kiezen: triplex, een qua kostprijs gunstig materiaal en naar verhouding niet zwaar. Het is eenvoudig te verwerken, maar heeft als nadeel dat het makkelijk gaat trekken vooral als we ook met vocht rekening moeten gaan houden. Evenzo prijsgunstig, maar wel beduidend zwaarder en moeilijker te verwerken is spaanplaat. Zelf zou ik dit niet snel aanbevelen, eerder afraden. Een ander materiaal wat er tussenin ligt qua gewicht, zijn de zogenoemde multiplex-platen. Deze platen zijn voor de hobbyist ideaal, zij het dat de prijs behoorlijk hoger ligt dan voor de eerder genoemde mogelijkheden. De uiteindelijke materiaalkeuze hangt niet alleen van de sterkte van de basisplaat die men wil af, maar ook van de voorgenomen werkzaamheden die men wil gaan uitvoeren.



Afb. 5 De houten panelen voor de achtergrond worden op smalle latjes op de wand bevestigd.

Voor een eenvoudige modelbaan kan de basisplaat een dikte hebben van 10 tot 12 mm, wil men meer wordt de plaat al sneller dikker. De onderbouw van onze basisplaat bestaat uit een lattenconstructie. Ook hier is de meest eenvoudige oplossing om een raamwerk onder de buitenste rand van de basisplaat aan te brengen, waarbij we wel enkele dwarsverbindingen moeten aanbrengen om ons bouwwerk stevigheid te verlenen. Bij het aanbrengen van de dwarsverbindingen moeten we wel rekening houden met de landschapsarchitectuur. In ons geval hebben we een verdieping in de plaat aangebracht, waar zich het meertje bevindt. Voor het met elkaar verbinden van de losse onderdelen, moeten we losse verbindingen aanbrengen, zoals zwaluwstaartverbindingen of open gaten



Afb. 6 De gebruikte dunne en flexibele panelen zijn zonder problemen ook in de hoeken toe te passen, waar ze door de ronde vorm voor een additioneel achtergrondeffect zorgen.

om pennen door heen te schuiven of een andere oplossing om het raamwerk snel te kunnen opbergen. Ook moeten gaten in het raamwerk worden geboord om in een later stadium de bedieningskabels en elektriciteitsvoorzieningen aan de brengen. Om de kabels langs en onder de schrootlatjes vast te zetten is vragen om moeilijkheden. Immers de draden hangen los en door elkaar en daardoor zijn minder makkelijk mooi en overzichtelijk weg te werken.



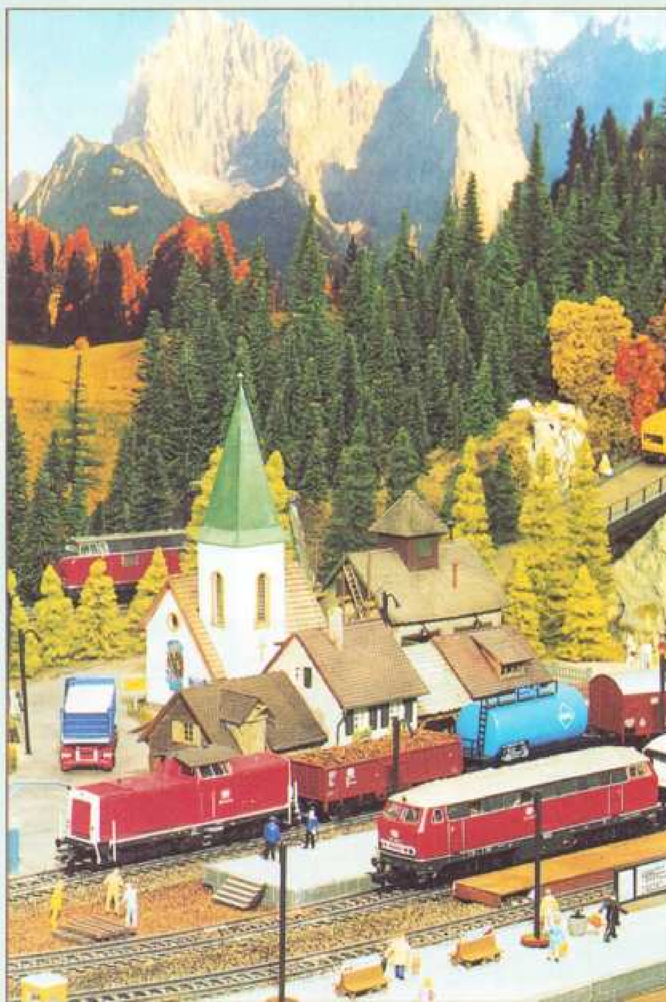
Afb. 7 De werkelijke achtergrond is als behang op de panelen geplakt en geeft ook direct een eerste indruk van de gerealiseerde dieptewerking.

Een eerste test

Nu begint onze modelbaan langzaam structuur te krijgen. Met ons railplan in de hand wordt de rails gelegd. Waar we nu precies de ontkoppelingen en de stroomaansluitingen moeten komen, wordt nu tijdens de eerste test vastgelegd. Op het moment dat de techniek probleemloos functioneert, kunnen ook de inmiddels geheel of gedeeltelijk gebouwde gebouwen worden opgesteld. We kunnen dan hun plaats nauwkeurig vastleggen. Tijdens deze test komen al snel andere maten naar voren, zoals de breedte van de straten en die van de houtzagerij en goederenloods. De modellen worden echter weer van de basisplaat gehaald, zodat we wel genoodzaakt zijn om de buitenste omtrekken op te tekenen. We moeten evenals bij de rails nu ook de bedding van de spoorstaven in ons plan meenemen. De door ons toegepaste beddingen zijn 52 mm breed en bestaat uit kurkvellen. Deze vellen zijn met de hand op maat gesneden. Ook kan er van styropor als bedding gebruik worden gemaakt. Om de juiste maatvoering van ons sporenplan op de basisplaat over te zetten, maken we gebruik van een eenvoudig hulpmiddel, namelijk een goederenwagon (kan ook een andere wagon zijn), die we aan beide zijden voorzien van een stift. De stiften bevinden zich in ons geval op 25 mm van het hart van de rails. Door nu deze goederenwagon met de hand over de complete modelbaan te duwen, wordt de omtrek van ons spoor op de basisplaat getekend. Hiermee ligt ons sporenplan en dus de buitenste zijden van de rails ook op de basisplaat vast. Op deze wijze hebben we nu zowel het sporenplan als de omtrek en de plaats van de gebouwen op onze basisplaat aangebracht. Voor de volgende stap moet nu alles weer van onze basisplaat worden verwijderd.

Met ronde hoeken: de achtergrond

Voordat we nu definitief starten met het bevestigen van de rails, gaan we eerst een kleine excursie verzorgen. We gaan namelijk kijken in een theater. Evenals in het theater of op het toneel is de totale indruk die we op de toeschouwer overbrengen van groot belang. We willen namelijk een totaalbeeld overbrengen en een diepte die er niet is suggereren. Een modeltrein, die voor een bloemetjes behang rondrijdt boet wel zeer aan realisme in en werkt al snel demotiverend. Het is daarom van groot belang om bij modelbanen die een vaste plaats hebben ook een geschikte achtergrond in de vorm van een fotorealistisch behang of iets dergelijks te realiseren. Meestal is het vrijwel onmogelijk om als de baan er eenmaal staat ook nog de nodige dimensie aan te brengen. Voor onze modelbaan hebben we hier gebruik gemaakt van een achtergrondmotief, zoals die door Faller wordt geleverd, namelijk het zogenoemde Karwendelgebergte. Hoewel dit motief niets met onze feitelijk model Nieder-Ramstadt-Traisa van doen heeft, vinden we het er wel bij passen. Deze fotorealistische achtergrond heeft als extra voordeel – naast de dieptewerking – dat het een hoogte heeft van niet minder dan 100 cm. Deze tweedelige achtergrond heeft een lengte van 320 cm maar kan naar keuze worden verlengd.



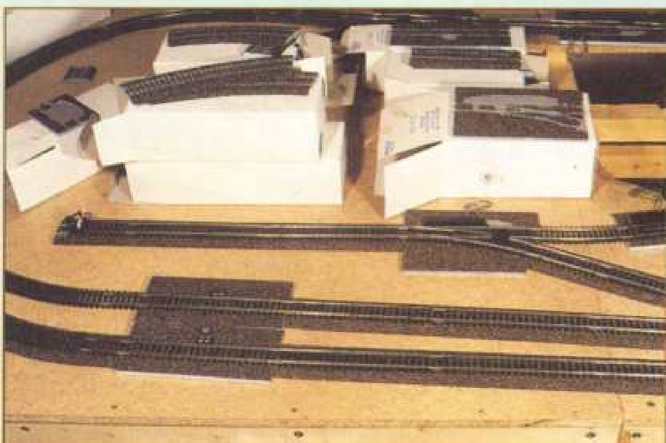
Afb. 8 De kerk in het dorp. Een dergelijk model behoort evenals een station en de dorpstraat tot de standaard attributen. Op de achtergrond zien we de alpen liggen.



Afb. 9 De modelbaan werd op een tweedelige, stabiel raamwerk ondergebracht. We kunnen echter ook gebruik maken van dunnere latjes om een stabiele basis te verkrijgen. We spelen echter liever op veilig met als gevolg dat als we later toch nog een verandering willen aanbrengen, niet ook het raamwerk moet worden aangepast.

We hebben om deze achtergrond aan te brengen eerst een flexibel paneel aangebracht. In de eerste plaats om mogelijke oneffenheden op de muur weg te werken en in de tweede plaats om in de hoek een ronding te verkrijgen. Deze ronding is namelijk van belang. Het zorgt er voor dat het perspectief aardig overeind blijft, hetgeen met een rechte hoek zeker niet het geval is. De optische breuk in het motief is daarmee verleden tijd. We hebben gebruik gemaakt van dunne spaanplaten om deze panelen te maken. Ze zijn eenvoudig en snel te verwerken en bovendien prijstechnisch interessant. Wel is een goede constructie voor het aanbrengen van de platen van belang. We hebben horizontale latjes aan de boven en onderzijde op de muur aangebracht. De naad op de overgangen tussen de platen is weggewerkt met verticale latjes.

Afb. 10 De terrassen op de rechterzijde van onze baan zijn uit de plaat gesneden. Aan de buitenzijde loopt het later verdekte spoor. In het midden bevindt zich de plaats waar de houtzagerij komt te staan.



Afb. 11 De rails werd op de realistisch uitziende en geluidsisolerende bedding aangebracht.

De hoogte van de achtergrond is afhankelijk van het niveau van onze modelbaan. Raadzaam is circa 100 tot 120 cm aan te houden vanaf het niveau van de modelbaan. Eventueel, indien nodig, moeten we rekening houden met een verhoging aan de achterzijde van onze modelbaan. Ook moet de coulisse enkele centimeters lager worden aangebracht dan de achterste rand, omdat we tussen de muur en de achterste rand van onze baan een spleet van circa tien centimeter laten bestaan. We voorkomen hiermee dat als we wat hoger staan, direct tegen een streep muur aankijken in plaats van tegen ons decor. Na de montage van de spaanplaten op de onderbouw, kan de achtergrond als een normaal behangetje hierop worden gelijmd. Het fotopapier verzwakt tijdens het lijmen en kan makkelijk scheuren. We moeten dan ook erg behoedzaam werken om dit te voorkomen. Het trachten om een scheur te repareren zodat het niet meer zichtbaar is, blijkt behoorlijk wat energie te kosten en het resultaat is niet altijd dat wat men er van hoopt.

Tracés en verhogingen

We gaan nu over tot het aanbrengen van de verschillende tracés en de standvlakken. Dit doen we door middel van de omtrekken uit de basisplaat te zagen. Aan de linkerzij-



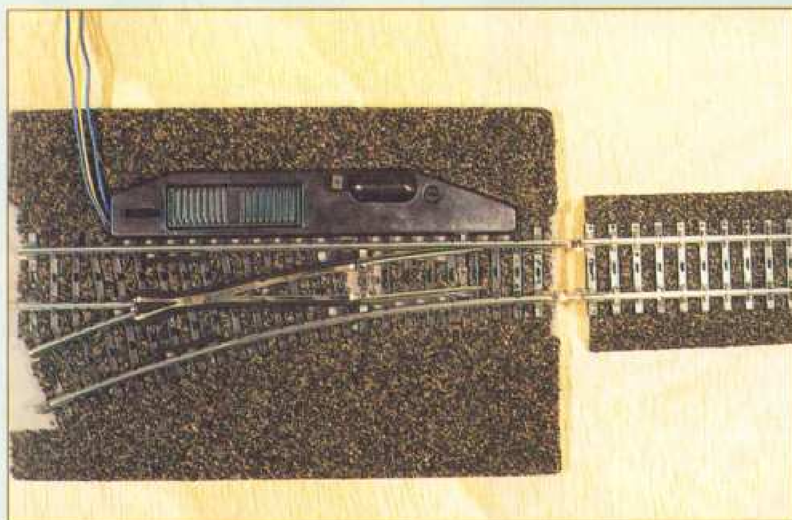
de hebben we het station, het dorpje en het goederenspoor gepland. Dit gedeelte blijft dus vlak en hoeven we vrijwel niets aan te doen. Vrijwel, ja, want we moeten wel een glooiing aan de achterzijde realiseren. Bovendien wordt het laadspoor tegenover perron 0 een klein beetje verhoogd. Op de rechterzijde beperken we ons tot het uitzagen van het tracé en de plaats waar de houtzagerij komt te staan. We moeten echter wel voldoende ruimte voor het raamwerk behouden. Dit betekent dat er weinig van de bodemplaat van de houtzagerij overblijft. Maar het is voldoende.

Het tracé aan de linkerkant wordt niet uit de plaat gezaagd, maar ingesneden. We bereiken daarmee dat er een rustige, langzame overgang naar de verhoging krijgen. Het hoogteverschil van het laadspoor ten opzichte van de omgeving wordt later bij het invullen van het landschappelijke deel, met andere materialen weggewerkt. Met kleine nauwkeurig op maar gesneden blokjes hout, kunnen we het tracé op het achterste deel ophogen. In het midden van de baan gaat de verhoging al weer over in

de glooiing. Om te voorkomen dat hier een knik in de rails ontstaat, wordt het tracé licht gewelfd verlegt. Op deze overgang worden de houtblokjes op de twee naast elkaar gelegen schoorlatten van het raamwerk op gelijke hoogte gebracht. Bij het aanbrengen van het volgende tracé ontstaat vrijwel vanzelf een optisch en een voor de veiligheid en betrouwbaarheid van onze modelbaan belangrijke hoekklos.

De spoorbedding

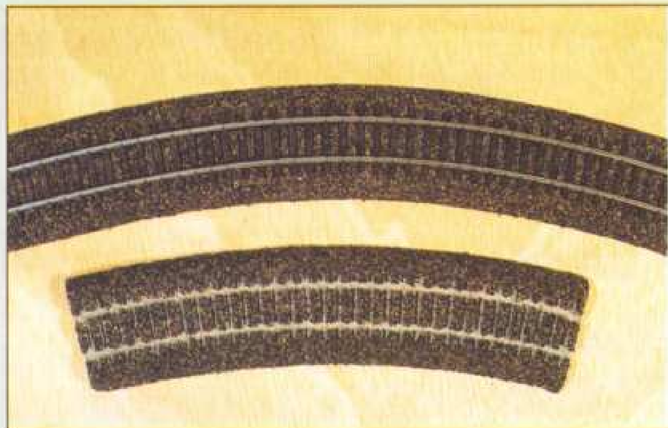
Nadat de tracés stevig met het raamwerk is verankerd, kan de rails worden gemonteerd. Dit is ook het laatste moment waarop we de ontkoppelingen en de stroomaansluitingen installeren. Dit is een hoofdstuk apart, waarop we later nog terugkomen. Echter voordat we alles definitief vastzetten besluiten we om een uitvoerige bedrijfstest uit te voeren. Hier voorkomen we straks onaangenaamheden mee. Pas als we met een aantal uiteenlopende treinstellen het hele parcours hebben afgelegd en alles verloopt gladjes, worden alle elementen, stroomaansluitingen en de rails definitief bevestigd. Zoals in het voorbeeld op de foto is te zien, willen we het spoor in een schrootbedding onderbrengen. Naast het, vind ik zelf, nogal moeizaam handmatig aanbrengen van de



Afb. 14 Er bestaan ook voorgevormde delen voor wissels en andere railelementen. Op de foto is een uitvoering voor de oudere Märklin-wissels te zien. Deze wissels maakten nog gebruik van de grotere wisselbedieningselementen. Afhankelijk van de bouwwijze moeten ze eventueel nog van een glooiing worden voorzien.

steenlaag, zijn er ook kant-en-klare bedingen verkrijgbaar. Er zijn verschillende fabrikanten, waaronder het hier toegepaste van Merkur. Deze beddingen bestaan uit styropor met zeer fijne poriën. Het is een materiaal dat zich eenvoudig laat bewerken en verwerken en bovendien geluiddempend is. De bovenzijde bestaat uit een laagje fijn gemalen kurk.

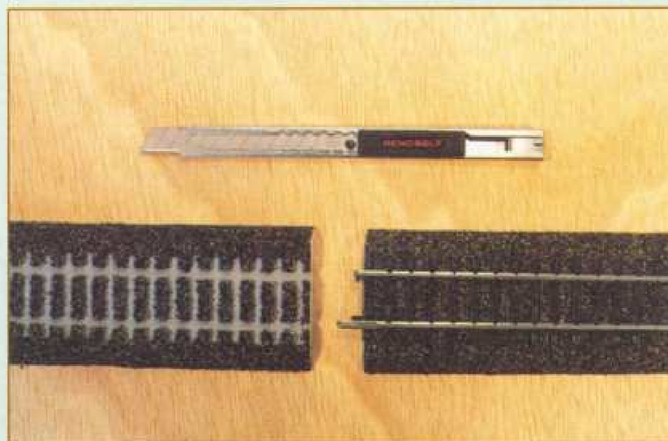
De dwarsdoorsnede van deze bedding komt goed overeen met hetgeen in werkelijkheid wordt gebruikt. Bovendien is het voor alle spoorbreedte leverbaar. De uiteenlopende delen zijn dan ook op het daarvoor bestemde spoorbreedte afgesteld, zoals de bochten en de hellingen. De lange, rechte stukken zijn tevens geschikt voor de flexibele railstukken. Voor de wissels en andere railfuncties zijn rechthoekige delen beschikbaar. Er zijn speciale uitsparingen aangebracht voor de aansturingen van de wissels.
Zoals gezegd de verwerking van dit spul is kostelijk eenvoudig. De spoorstaven moeten echter wel goed in de voorgevormde delen worden gedrukt. De lange, rechte



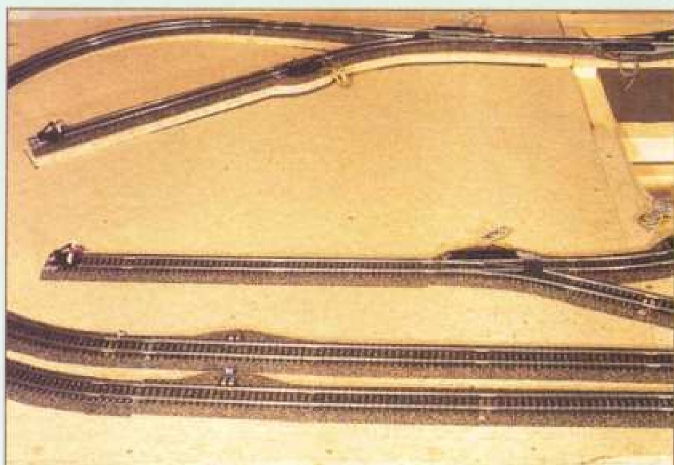
Afb. 12 De lange, rechte beddingen zijn ook voor de flexibele rails geschikt. Daaronder een voorgemodelleerd vormstuk voor bochten.

beddingen kunnen zonder problemen met een scherp mes op maat worden gesneden. Wel moeten we erop letten dat de verschillende beddingen ook goed op elkaar aansluiten. Met behulp van het los verkrijgbare gemalen kurk, kunnen kleine oneffenheden en/of gaatjes worden opgevuld. Op deze wijze kan snel en toch eenvoudig de complete modelbaan van een bedding worden voorzien.

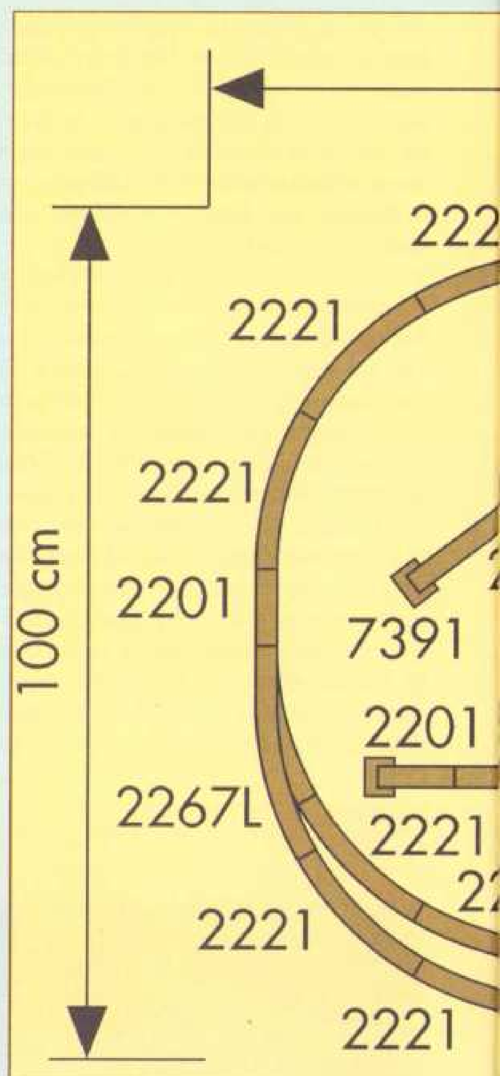
Voor het vast aanbrengen op onze modelbaan, bestaan twee varianten: met lange, dunne schroeven kunnen de rails en het schrootbed gelijktijdig op de tracés worden vastgeschroefd. Wel werken in dit geval de schroeven als een soort van geluidsbrug en wordt de isolerende werking van het styropor voor een deel teniet gedaan. De tweede mogelijkheid is om gebruik te maken van een oplosmiddelvrije lijm. Met deze lijm wordt de bedding vastgelijmd. Daarbij komt



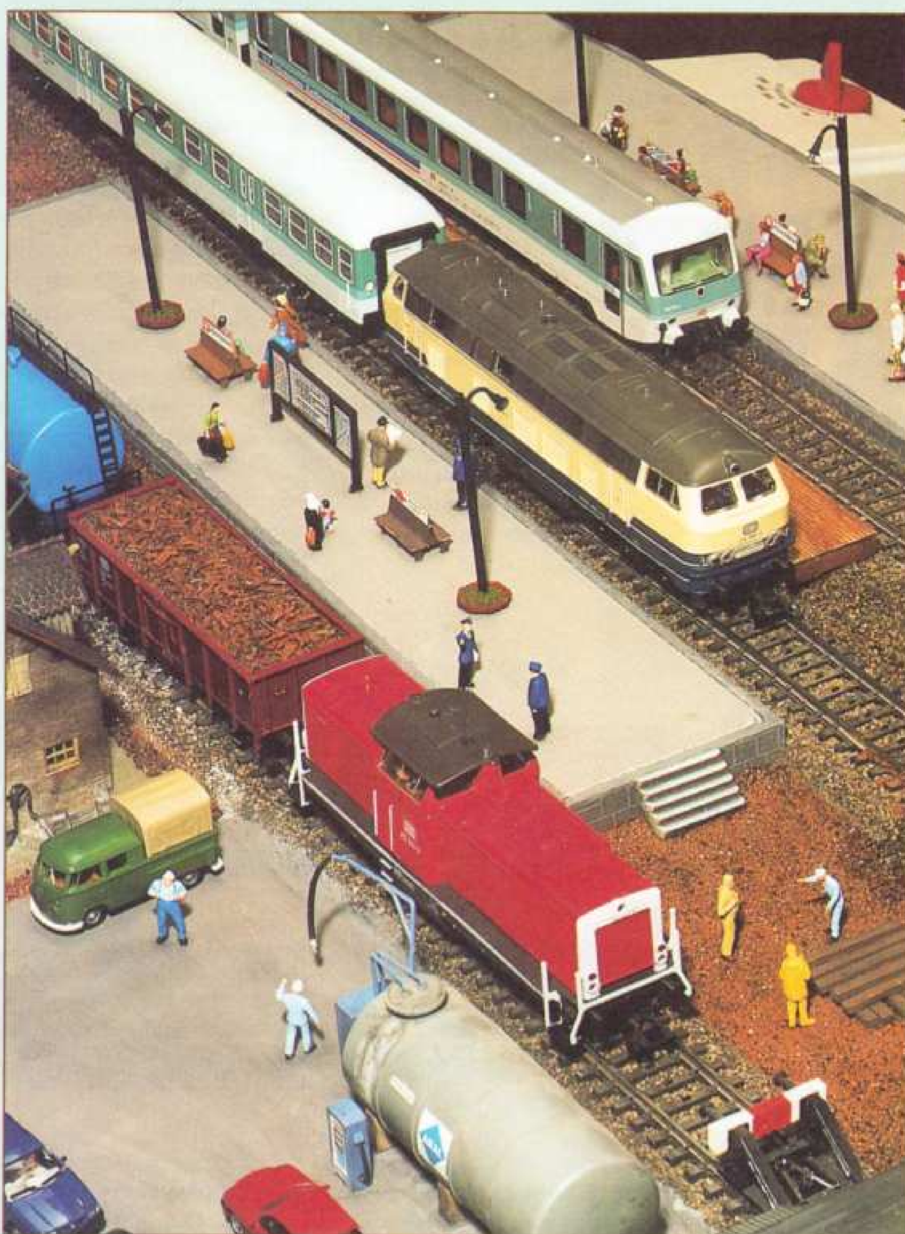
Afb. 13 De styropor beddingen worden probleemloos op maat gesneden met een scherm hobbymes.



Afb. 15 De linkerzijde van onze modelbaan. De rails is reeds op de styropor bedding bevestigd. Daar achter zien we het licht hellende ontkoppelspoor.



dat als de modelbaan op zijn plaats blijft staan en niet iedere keer moet worden opgeborgen, de rails door het indrukken van de spoorstaven in het styropor voldoende wordt gefixeerd. Als bijkomend voordeel geldt dat als we aanpassingen willen aanbrengen, de rails eenvoudig is te verwijderen en weer terug te plaatsen, zonder dat het wordt beschadigd.



Meer moeite kost het om de bedding aan de wissels en de andere railfuncties te bevestigen. Deze rechthoekige vormstukken beschikken niet over een zogenoemde glooiing. Feitelijk komen deze stukken overeen met de werkelijke vlakke beddingen, zoals we die tegenkomen in de buurt van stations en emplacements. De grotere vlakken of ruimten tussen de rails moeten eventueel op deze maat worden opgehoogd. Dit in tegenstelling tot het vrije treinverkeer of onze modelbaan. Wij snijden namelijk de beddingen langs de omtrekken van de wissels uit de vormstukken en realiseren hier de vereiste glooiing. Belangrijk is dat we gebruik maken van een scherp hobbymes. We kunnen als leidraad de omtrekken van de dwarsliggers gebruiken of de omtrek van de reeds bewerkte delen voor de wisselschakelaar. Tenslotte wordt ook hier de glooiing aangebracht. Op deze wijze worden ook alle andere functionele railstukken aangepakt.

Stuklijst

We hebben de oorspronkelijke stuklijst in de vorm van de bestelnummers in het railplan hierboven ogenomen. Deze nummers komen overeen met die op de verpakking. Je kan zelf bepalen hoe de modelbaan moet worden ingericht; het hier getoonde ontwerp is slechts een handreiking en geeft weer hoe wij het een en ander hebben gerealiseerd.

Afb. 16 Ook aan de rechterzijde ligt het spoor. Nu moeten de kabels nog onder onze baan worden aangebracht.

Afb. 17 Nadat de rails is gelegd, worden de gebouwen nogmaals neergezet. Nu kunnen ook het verloop van de straten en de andere landschappelijke voorzieningen nauwkeurig worden bepaald.



In 1960 stelde Arnold haar eerste modellen voor. Dit gebeurde op de Spielwarenmesse. Binnen enkele jaren had dit voor die tijd nieuwe N-spoor een vaste plaats op de markt voor modeltreinen veroverd. Hoewel nog steeds het bekende HO-spoor de markt domineert, bevindt het N-spoor zich op een goede tweede plaats als het gaat om de gunst van de modelbouwer.

Ar
40-ja
Sp





***Afb. 1** (foto linksboven)*
De groengelakte 18 201 komt goed tot zijn recht in dit ondergesneeuwde winterlandschap. Misschien worden skiërs naar hun bestemming vervoerd.

***Afb. 2** (foto midden)*
Dit kleine diorama in schaalgrootte 1:160 valt op door haar harmonische vormgeving en de zeer nauwkeurige detaillering.

***Afb. 3** (foto linksonder)*
In het hier uitgestrekte landschap wordt het dal door twee parallel geplaatste bruggen overspannen.

Arnold stond in de jaren vijftig bekend als een fabrikant van blikken speelgoed. Een fabrikant met traditie, dat wel. In die tijd veranderde langzaam de smaak en de eisen die het kooppubliek stelde aan modellen in het algemeen. Dit impliceerde al snel dat er nieuwe markten gevonden moesten worden om de omzet te garanderen. Nadat, en in eerste instantie zonder medeweten van de toenmalige directie, een V200 in hout was ontworpen, werd de teerling snel geworpen en vormde dit ontwerp de basis voor het plan om een miniatuur modelbaan te ontwikkelen. We zijn aangekomen in 1958 en de eerste prototypen waren ontwikkeld.

normeerde. De daarop volgende jaren werd het assortiment verassend snel uitgebouwd. In 1965 werd een model van de toen zeer actuele E 03 aangekondigd, het eerste model met een daadwerkelijk functionerende stroomafnemer.

De nieuwe TEE-wagon, in volle lengte volledig op maat, rolde in 1967 voor het eerst over het N-spoor. Dit model betekende een grote stap voorwaarts in wat we noemen getrouw aan het origineel, ofte wel natuurgetrouw aan het daadwerkelijke voorbeeld. Andere richtingbepalende voorbeelden die we kunnen noemen zijn de BR 01 uit 1968 en de BR 18.4 die Arnold in 1970 op de



Afb. 4 Een idee krijgt vorm: tijdens de Spielwarenmesse in 1960 werd de V 200 als eerste locomotief door Arnold gepresenteerd.

nold viert rig jubileum oor N

Arnold rapido 200

Het bedrijf presenteerde op de Spielwarenmesse in 1960 de 'rapido 200'. Het betrof hier een sterk ingekorte V 200 en drie personenwagons. In 1962 volgde de eerste goederenwagon. Een belangrijke stap in de totstandkoming van de modelbaan vormde de invoering van de standaard koppeling in 1963, waarvoor een norm was vastgelegd. Het assortiment werd met de BR66 en de T3 uitgebreid met enkele stoomlocomotieven. De E 10 en E 69 volgde in 1964. Deze treinen waren voorzien van zogenoemde pantografen uit kunststof. Het was ook het jaar 1964 waarin de MOROP de bouwgrootte N officieel erkende en twintigste verjaardag van het N-spoor lanceerde.

Niet alleen was er een snelle ontwikkeling op het treinengebied zichtbaar, ook alle toebehoren waren duidelijk onderhevig aan de snelle ontwikkelingen in de zestiger jaren. Een voorbeeld was de nog steeds leverbare draaischijf of het complete railsysteem met omstelbare wisselaandrijvingen voor ondergronds bedrijf. Het volgende decennium kenmerkte zich door de realisering van de zogenoemde Simplex-koppeling evenals het geven van lichtsignalen via glasvezel. Het waren de 'Gouden Jaren' voor het N-spoor.



Afb. 5 Een werkelijk meesterstuk vormt de Köf II. Dit in 1985 voorgestelde model geldt nog steeds als de kleinste locomotief voor het N-spoor.

Het was in 1972 dat de BR 41 voorzien werd van een rookgenerator. Daarop volgde modellen uit de serie 119, 221 en 11, de Zwitserse Krokodil CE 6.8 II evenals de BR 78 en de 55 die in de tachtiger jaren het licht zagen. Het 75 jarige firmajubileum in 1981 vierde men met de komst van de machtige BR 96, terwijl in 1983/1984 met de series 05 en 95 twee markante stoomlocomotieven het assortiment werd uitgebreid. Een hoogtepunt vormde in 1985 de zeer kleine Köf II; nog steeds het kleinste gemotoriseerde model in N-spoor. Vijf jaar later in 1990 zorgde de Henschel-Wegmann-trein voor opschudding.

In 1988 werd in samenwerkingsverband met Märklin het eerste digitale systeem ontwikkeld, een systeem dat inmiddels door een nieuwe generatie is vervangen. We kijken al weer naar 1994, daar werd voor het eerst met de Eurosprinter uit de serie 127 een locomotief met een vliegwielmassa uitgerust.

Het was een jaar later, in 1995, dat Arnold in de problemen kwam. Men speculeerde in die tijd veel over de mogelijk oorzaken die tot het faillissement hadden geleid. Er werd gesproken over het teruglopen van het marktaandeel, over het verkeerd inschatten van de modelbouwwereld en verkeerd management (bedrijfseconomische problemen).

Aan alle speculaties kwam een einde toen Rivarossi het bedrijf overnam. Dat de pionier op het gebied van het N-spoor toekomstgericht blijft denken, was en is een conclusie die men makkelijk kan trekken als we de daarop volgende jaren in ogenschouw nemen. Om enkele voorbeelden te noemen: met de BR 01.5, de E 03 en de BR 10 volgde in 1996 meteen drie nieuwe topmodellen. Veel bekijks trok ook de introductie van de Düwag-modelbaan in 1997.

Een jaar later werd de 18 201 gerealiseerd en werd de VT 08 nieuw leven ingeblazen. In 1999 werd de E 19 volledig gereviseerd en werd gelijktijdig de ICE 3 voor 2000 aangekondigd. We zien dit model dan ook binnenkort over het N-spoor rollen. Kortom voortdurende innovaties binnen een traditie van 40 jaar in de schaalgrootte 1:160.



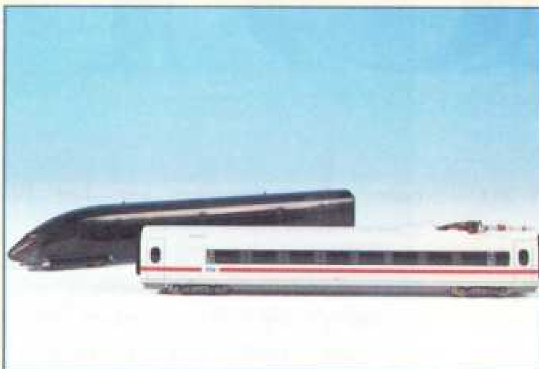
***Afb. 6** De eerste grote stoomlocomotief werd in 1963 als model in de serie 66 verwezenlijkt.*



***Afb. 7** Talrijke stoomlocomotieven werden door Arnold ontwikkeld, waaronder de beroemde 18.5, die in 1987 als nieuwe telg werd voorgesteld.*



***Afb. 8** De natuurgetrouwe en toenmalig zeer actuele E 03 werd in 1967 gerealiseerd.*



***Afb. 9** Met de ICE 3 rijdt Arnold het nieuwe millennium in. Deze opname toont het eerste gelakte en het in juni 2000 gereedgekomen en met de handgemaakt model.*



***Afb. 10** Het paradepaardje, de 18 201 werd door Arnold in 1988 natuurgetrouw op schaalgrootte 1:160 gerealiseerd. Het chassis, het stookgedeelte en de ketel zijn van metaal vervaardigd.*

DE GESCHIEDENIS VAN DE MINIATUUR RACEBAAN



De 'roots' van de elektrische/elektronische racebaan moet gezocht worden in de eerste blikken speelgoedauto's. Deze eerste modelauto's verschenen nadat fabrikanten zoals Ford en Benz hun eerste echte auto's aan het begin van de vorige eeuw op de markt brachten. De blikken auto's, nu van onschatbare waarde voor verzamelaars, waren fantasiemodellen of look-a-likes van de echte modellen. De eerste auto's waren noch niet zo gedetailleerd als gevolg van de beperkingen van het blik en het prijskaartje. Echter nam in de loop van de tijd de detaillering toe, mede door de vraag van de consument en de druk van de concurrentie.

In de 60-er jaren werd het toen revolutionaire kunststof geïntroduceerd als grondstof voor de fabricage van miniatuurauto's. Door de eigenschappen van kunststof werden de auto's nog mooier van vorm en nauwkeuriger op schaal gemaakt. Mogelijk door de eenvoudige verwerking van het kunststof. Verwerking door spuitgieten was een uitkomst.

Al snel werden deze modelauto's voorzien van een aandrijving zodat ze ook echt konden rijden. De eerste aandrijvingen van deze auto's werden geleverd door eenvoudige horlogemechanieken. Denk bijvoorbeeld aan het opwindmechanisme. Uit Amerika waaide vervolgens het begrip 'slot racen' over. De leveranciers in Amerika hadden namelijk

bedacht dat een auto voorzien van een elektromotortje via een pin (een schoen) geleid kon worden. De geleiding bestond uit een gleuf (slot) in de rijbaan. De schoen van de auto volgt deze gleuf. Aan elke kant van de gleuf zit een metalen strip die de stroom, afkomstig van een transformator, geleid naar de motor van de auto. Via een handregelaar bepaalt de coureur de spanning op het motortje en geeft als het ware gas. De kunst bij dit alles is natuurlijk als eerste over start/ finish te racen zonder uit de bocht te vliegen, want dat uit de bocht vliegen kost tijd.

Zo was de racebaan geboren. Rond 1960 ontstonden de eerste racebaanmerken waaronder Carrera, Fleischmann en Scalextric.
Daarna kwamen nog een kleine 50 merken. Het slotracen werd in die tijd naast de elektrische trein enorm populair. Fabrikanten kwamen voor die tijd met steeds meer vernuftige nieuwtjes, zoals rondentellers met verplichte pits/tankstops, inhaalracebanen, los en laadsystemen. De consument racete thuis of in clubs. Deze laatstgenoemde clubs schoten dan ook als paddestoelen uit de grond.

In een later stadium - in de 80 er jaren - zijn talrijke fabrikanten door de sterke concurrentie en de opkomst van de onder andere de videospellen failliet gegaan. Ze hebben het loodje gelegd en konden niet tegen het elektronische computergeweld op. Tegenwoordig is het begrip slotracen echter weer helemaal terug. In media wordt weer meer aandacht besteed aan racen en met name het Formule 1 racen. De invloed van Jos Verstappen op de populariteit van het racen mag in deze dan ook genoemd worden.

Het slotracen is zoals eerder gezegd weer populair. Zowel bij het kind, dat met Sinterklaas verblijd wordt met een speelgoedbaan, als bij de (beginnend) hobbyist die het slotracen als hobby opnieuw heeft ontdekt. Bij het jonge kind (circa zes jaar) zijn de loopingbanen momenteel erg in. De banen zien er vaak spectaculair uit en zijn uitgerust met 'toeters en bellen' waaronder loopings, springschansen, wegversmallingen, op- en afritten. Deze banen zijn erg kinderlijk en bedoeld voor die kinderen die vooral van spelen houden. Daar is dus niets mis mee. Alleen moet de koper letten op de kwaliteit/waarde-verhouding. Op de markt vindt men voornamelijk racebanen 'made in China' voor een lage prijs. Zonder een waarde-oordeel af te geven, zijn die zeker niet allemaal even goed van kwaliteit. Een emrk dat momenteel sterk in de belangstelling terug is, is Carrera met haar serie Car Racing. Deze racebanen behoren niet tot de goedkoopste in de markt, maar zijn redelijk geprijsd als je ziet welke kwaliteit je als koper daarvoor terugkrijgt. De auto's van dit merk zijn verkrijgbaar in de schaalgrootte 1:43. Wel moet worden vermeld dat de auto's minder gedetailleerd zijn, maar het gaat dan ook vooral om het slotracen zelf.



Op het moment dat de jongeren ouder worden letten ze al snel meer op de details van de auto's en realiteit. Loopings vindt eze generatie dan gauw kinderachtig. Men wil rijden en rossen met natuurgetrouwe auto's van met name schaal 1:32. In dit segment vindt men momenteel een aantal merkfabrikanten zoals Carrera, Scalextric en Ninco. De prijs en kwaliteit van een dergelijk systeem ligt beduidend hoger dan de systemen uit de vorige alinea voor jongeren. Deze eerder genoemde loopingbanen bieden voor dat geld wel meer lengte. Terug naar de 1:32 schaalmodellen. Deze sets voor de meer eisende jongeren moeten meestal qua lengte behoorlijk worden uitgebreid en dat kan dan ook. Ook bij deze banen hier zijn talrijke accessoires beschikbaar. Zo kan men lange racecircuits nabouwen en tot acht sporen uitbreiden.
De auto's zijn bijzonder mooi gedetailleerd en zijn voornamelijk beschikbaar in schaal 1:32. Naast deze schaalgrootte zijn er ook nog grotere auto's en wel in schaal 1:24 beschikbaar. De echte liefhebbers in deze groep, maar ook ouderen, zoeken de raceclubs op en bouwen en tunen hun eigen auto's. Zo worden de auto's opnieuw beschilderd of gespoten, banden worden geschuurd, chassis worden afgesteld, motoren en tandwielen worden gewisseld, auto's worden verlaagd en van lood voorzien voor een nog betere wegligging enzovoort.

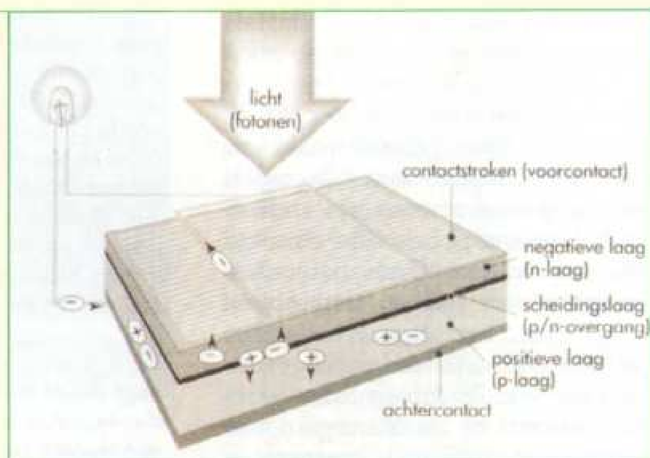
Tot slot wil ik aangeven dat – ondanks wat ik hier boven allemaal zeg – de doorsnee liefhebber doorgaans genoeg aan zijn trekken komt met fabrieksauto's die van talrijke automerken te koop zijn. Niet iedereen wil immers het onderste uit de kan halen, maar gewoon af en toe lekker racen.



Elektronen en zonnecellen, een nieuwe ontwikkeling

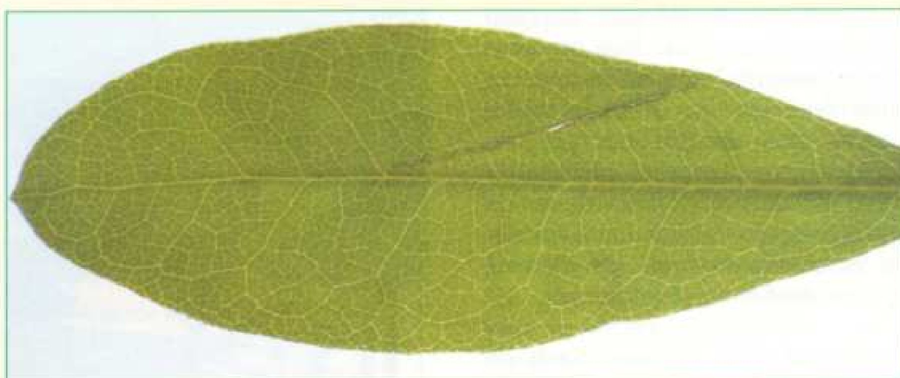
In de vorige De Allesweter heeft een artikel over zonnecellen gestaan. In deze uitgave gaan we in op nieuwe ontwikkelingen en op een bijzondere zonnecel. Deze ontwikkeling is afkomstig van de Technische Universiteit Delft. Het betreft hier een onderzoek van dr. Albert Goossens en prof.dr. Joop Schoonman. Het fundamentele onderzoek betrof het elektronentransport in organische zonnecellen.

We weten allemaal dat zonnecellen nog steeds naar verhouding duur zijn. In sommige toepassingen voor het leveren van energie, zoals in woestijnen of op een boot, is de prijs van minder belang, maar hebben we te maken met een ongunstig rendement. Het betekent dat het aantal verkochte zonnecellen naar verhouding te weinig is om de prijs aantrekkelijk te maken. Feitelijk zou er een doorbraak moeten komen die deze negatieve spiraal kan doorbreken. De verwachting van de beide eerder genoemde onderzoekers is dat we binnen tien jaar een zelfde prijs voor energie uit zonnecellen als voor de conventionele energie uit het lichtnet betalen. Het onderzoek richt zich op nieuwe methoden en nieuwe materialen, waarmee energie efficiënt kan worden opgewekt met behulp van zonnestraling. Veel aandacht krijgt momenteel de organische zonnecel op basis van titaandioxide: de zogenoemde Graetzalcel.



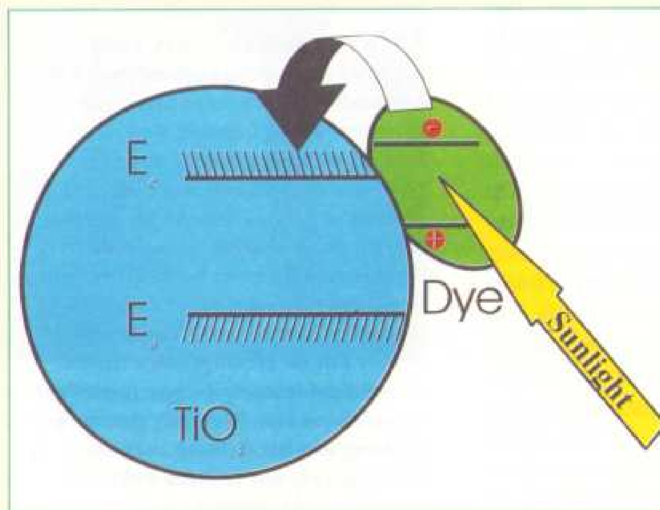
***Afb. 1** De klassieke zonnecel mag bekend worden verondersteld. We komen hem op vele plaatsen tegen. In deze silicium zonnecel bevinden zich twee verschillende hanlfgeleiders. Aan een van de kanten van deze zonnecel (n-zijde) zijn extra atomen toegevoegd (gedoteerd). Een voorbeeld hiervan is fosfor. Deze atomen hebben 1 elektron meer dan silicium. Aan de andere zijde van de cel (p—zijde) is het omgekeerd. Hier bevinden zich namelijk atomen die 1 elektron minder hebben. Een voorbeeld hiervan is borium. We raten in dit geval vaak over gaten, omdat hier ene elektron ontbreekt. De elektronen willen nu de gaten opvullen en de gaten nemen de plaats in van de elektronen. Echter hoe meer deze elektronen en gaten verhuizen, des te hoger wordt de opgebouwde spanning op het grensvlak. Na verloop van tijd ontstaat er een evenwicht. Voeren we nu licht, dus energie toe, wordt aan de p-zijde een elektron vrijgemaakt. Deze wordt door het opgebouwde, inwendige veld naar de n-zijde getrokken. De elektronen vervolgen darana hun weg via de aansluitdraad en komen weer aan op de p-zijde. Op deze wijze verkrijgen we een stroom van elektronen ofte wel elektriciteit.*

Een zonnecel maakt gebruik van de eigenschappen van halfgeleiders. In halfgeleiders kunnen we namelijk een stroom opwekken door zoveel van een andere energievorm toe te voeren dat er binnen het atoom een elektron wordt vrijgemaakt. In ons geval is de andere energiebron het zonlicht. In afbeelding 1 wordt de klassieke zonnecel voor wat betreft de werking nog eens onder de loep genomen. In RB Elektronica is in de jaren zeventig en tachtig een aantal artikelen over dit onderwerp verschenen.



***Afb. 2** In de natuur zijn de blaadjes aan de bomen en struiken eigenlijk net kleine fabriekjes waarin koolzuurgas en water met behulp van zonlicht worden omgezet in koolhydraten en zuurstof. Deze fabriekjes worden ieder jaar vervangen en hebben een rendement dat niet zo erg hoog ligt. Het is echter wel een proces dat al honderden miljoenen jaren functioneert en de universele energiebron voor al het leven op aarde vormt.*

Het probleem is echter dat niet alle golflengten van het licht even bruikbaar zijn. Een lichtdeeltje moet namelijk wel een bepaalde energie hebben om deze gebeurtenis van het vrijkomen van een elektron mogelijk te maken. Zo hebben fotonen (de lichtdeeltjes) uit blauw licht een hogere energie dan de fotonen uit rood licht. Een ander aspect dat telt is dat als er meer energie wordt toegevoerd dan nodig is om het genoemde effect van een vrije elektron te verkrijgen, dit resulteert in een verlies in plaats van een winst. Het uiteindelijk resultaat is dat circa 70 % van het licht onbenut blijft. Dit in combinatie met het lage rendement van de zonnecellen leidt uiteindelijk tot een zonnecel met een

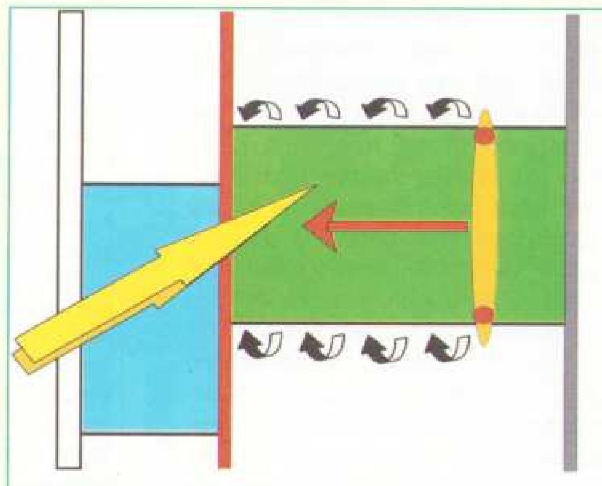


***Afb. 3** Een kleurstofmolecuul absorbeert licht. Hierdoor komt het in een zogenoemde hoge energietoestand komt. Vanuit deze omgeving wordt het eenvoudiger om een elektron aan het titaandioxide over te dragen. Het bolletje van titaandioxide wordt negatief opgeladen, terwijl het molecuul een positieve elektrische lading krijgt.*

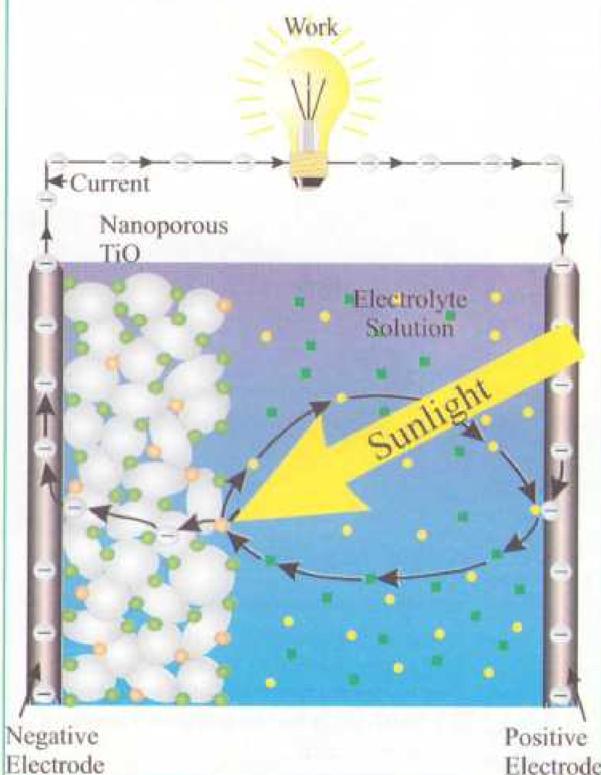
rendement van circa 15 % (in het meest gunstige geval).

Om ons heen zien we echter dat de natuur veel beter gebruik maakt van het zonnelicht. Een aantal bacteriën en alle groene planten zijn immers voor hun energiebehoefte afhankelijk van de zon. Deze natuurlijke energievragers hebben een oplossing voor het lage rendement bedacht, namelijk de zogenoemde fotosynthese. Bij fotosynthese worden water en koolzuurgas met behulp van zonlicht omgezet in koolhydraten en zuurstof. Het voorkomen van energieverlies wordt bereikt door het werken met twee verschillende systemen. Een systeem voor de absorptie van licht en een systeem voor de verwerking van de energie tot vrije elektronen. Het licht wordt daarbij door zogenoemde chlorofyl moleculen opgevangen. Deze moleculen hebben een absorptiespectrum dat precies past bij dat van zonlicht. Op deze wijze worden de opgevangen fotonen optimaal gebruikt en gaat er geen enkele verloren. Op het moment dat de energie eenmaal door deze chlorofyl moleculen is opgevangen, wordt deze energie doorgegeven aan een complex van eiwitten. In deze eiwitten vindt vervolgens de feitelijke reactie plaats. Deze feitelijke reactie bestaat uit de vorming van zuurstof en koolhydraten.

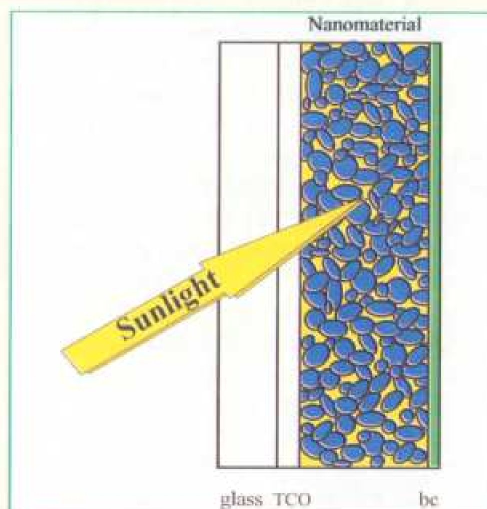
Terug naar onze zonnecel. Sinds de introductie van de zonnecel wordt gewerkt aan het realiseren van een hoger rendement. Met zeer kleine sprongetjes is dat weliswaar gelukt, maar niet voldoende om van een doorbraak te spreken. Sinds de zeventiger jaren wordt reeds getracht om op basis van het natuurlijke proces een verbeterde zonnecel te maken. Het idee was en is om een laagje kleurstofmoleculen op de halfgeleider aan te brengen. Deze kleurstofmoleculen moeten het licht maximaal absorberen. Op het moment dat de kleurstofmolecuul wordt getroffen door een foton, komt er een elektron vrij die direct de halfgeleider aanspreekt. Op deze wijze is men niet meer afhankelijk van de absorptie van de halfgeleider zelf. Een bijna onoverkomelijk probleem was echter de kleurstofmoleculen. Dit laagje moest extreem dun worden uitgevoerd, omdat de



Afb. 4 Wordt licht opgenomen, wordt de hoge energietoestand verkregen. De ontstane energie wordt van het ene elektron overgegeven aan de volgende elektron. Deze overdracht kan alleen over een afstand van enkele nanometers plaatsvinden. Hoewel dit weinig lijkt, is het voor een elektron een enorme afstand. Dit betekent dat er alleen zeer dunne polymeerfilms kunnen worden toegepast. Het nadeel is dat juist hierdoor slechts een klein deel van het zonlicht wordt opgevangen. Er moeten dus trucjes worden uitgehaald om toch voldoende licht te kunnen absorberen.



Afb. 5 Hier wordt de zonnecel van Michael Graetzel getoond. Deze cel maakt gebruik van titaandioxide die in een sponsvormige toestand is gebracht. In deze spons is het inwendige oppervlak bijna duizend keer groter dan de oppervlak aan de buitenkant. Op het aldus verkregen kunstmatig vergrootte oppervlak zijn kleurstofmoleculen gebonden. Deze moleculen vangen het licht op. Vervolgens wordt een elektron in het titaandioxide gestoten en wordt het molecuul positief. Doordat de spons van titaandioxide in een elektrolyt is gedompeld, wordt de positief opgeladen kleurstofmoleculen weer geneutraliseerd. Vervolgens is de stroomkring gesloten.



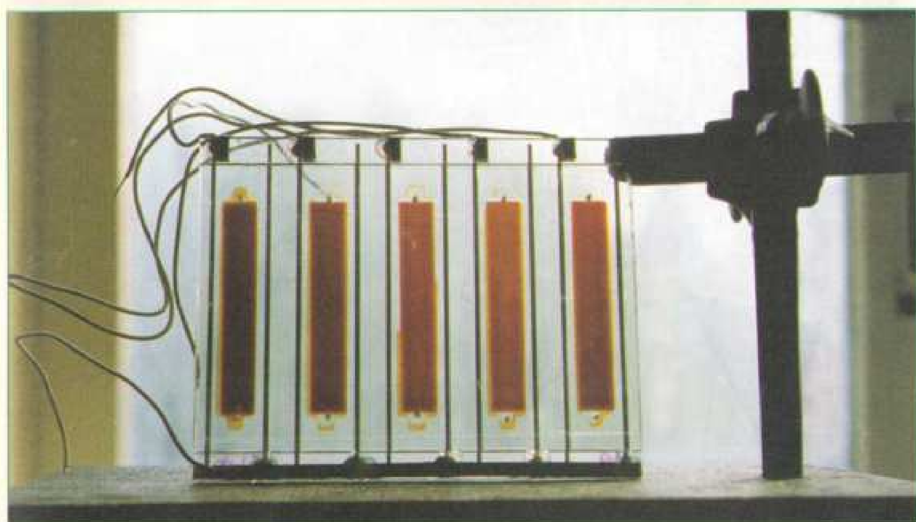
Afb. 6 Vloeibaar elektrolyt, zoals gebruikt in de vorige afbeelding, heeft het nadeel dat de levensduur van de zonnecel wordt beperkt. Aan de TU Delft is daarom gezocht naar een zonnecel die van een vaste stof als elektrolyt gebruik maakt. De poriën van de titaandioxide spons is daarvoor gevuld met een halfgeleider van het p-type. Er wordt met verschillende materialen gewerkt. Belangrijk is echter dat de brekingsindex tussen titaandioxide en de p-type materiaal verschillend zijn. Hierdoor treedt verstrooiing van het licht op met als direct gevolg dat er meer licht kan worden geabsorbeerd.



Afb. 7 Van groot belang is de structuur van het titaandioxide. Niet alleen wordt er gewerkt met bolletjes met een diameter van 20 nanometer, maar ook met titaandioxide met een fractale structuur (laboratorium Anorganische Chemie).



Afb. 8 Het opvullen van de ruimten in de titaandioxide spons kan op verschillende manieren gebeuren. Een uit de halfgeleidertechniek bekende manier is het zogenoemde AL-CVD – Atomic Layer Chemical Vapour Deposition. Hierbij worden gassen gebruikt (bijvoorbeeld de organische verbindingen met titaan) om de poriën te vullen.



Afb. 9 Hier wordt een voorbeeld van de zonnecel van Graetzel getoond. Het gaat hier om een proefserie bij het ECN (EnergieCentrum Nederland). Deze serie is via een geautomatiseerd productieproces verkregen. Er wordt hard gewerkt om de productie verder te verbeteren. We willen immers goedkope zonnecellen die lang meegaan en ook nog voldoende rendement geven. Deze opstelling heeft een rendement van circa 7 %.

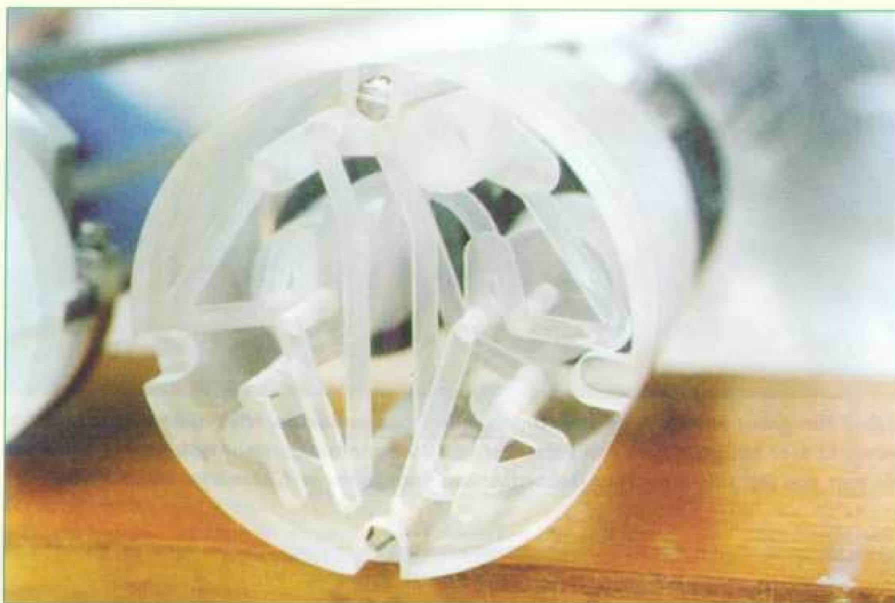
elektronen zich maar moeizaam door de kleurstof konden verplaatsen. Deze langzame wandeling door de kleurstof betekende dat in de meeste gevallen de elektronen de halfgeleider niet bereikte. Het rendement van de eerste experimenten lag in de orde van grootte van 0,01 %. Aan de andere kant bleek ook dat hoe dunner de laag van kleurstofmoleculen was, des te minder licht werd geabsorbeerd en dus ook dat er minder elektronen beschikbaar waren voor de ons zo broodnodige elektriciteit. Dit proces, waarbij titaandioxide werd bedekt met een laagje bladgroen, werd gerealiseerd door Melvin Calvin (Nobelprijswinnaar Scheikunde in 1961).

Het duurde tot 1991 voor hier een oplossing voor werd gevonden. In dat jaar waren het de Zwitser Michael Graetzel en de Amerikaanse student Brian O'Regan die in plaats van één groot halfgeleiderkristal van titaandioxide kozen voor een groot aantal kleine bolletjes titaandioxide. O'Regan speelde veel met zogenoemde nanobolletjes en wist als gevolg daarvan veel over hun eigenschappen. Beide onderzoekers kwamen dan ook op het idee om de bolletjes in de vorm van een pasta op een glasplaat te smeren. De kleur van deze pasta is wit als gevolg van de witte kleur van de titaandioxide. De aldus aangebracht pasta wordt even verhit, waarna een sponsachtig materiaal wordt verkregen. Dit materiaal wordt vervolgens in een kleurstofoplossing gedompeld. Deze kleurstof bestaat uit zogenoemde Ruthenium-complexen die in alcohol zijn opgelost. Het resultaat is dat de bolletjes met een extreem dunne laag kleurstof worden bedekt. Doordat de bolletjes zo klein zijn, niet meer dan 20 nanometer, wordt het effectieve oppervlak om het licht te absorberen vergroot met niet minder dan duizend. Dit is de factor die iedereen in eerdere experimenten te kort kwamen. Deze zogenoemde Graetzel-cel bevat tevens twee doorzichtige en geleidende elektroden en een elektrolytoplossing. Deze oplossing is nodig om de elektronen die de kleurmoleculen aan het titaandioxide kwijtraken weer aan te vullen.

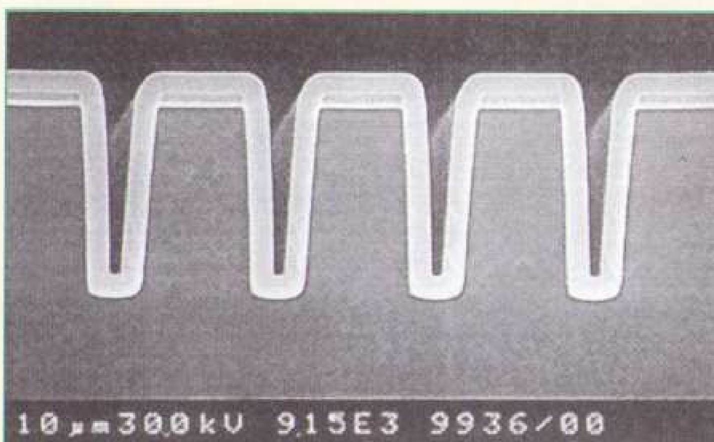
Het is duidelijk dat deze cel een belangrijk succes vormde. Zo zijn de

materialen naar verhouding goedkoop en kost het fabricageproces weinig. Bovendien wordt het zonlicht efficiënt in een elektrische stroom omgezet. Het rendement van deze cel bedraagt momenteel circa 10 %. Momenteel wordt hard gewerkt aan verbeterde kleurstofmoleculen om een nog hoger rendement te kunnen verkrijgen. Ondanks alle positieve uitingen zijn er ook nadelen. Ten eerste is het niet eenvoudig om reproduceerbare cellen te maken en ten tweede moeten de cellen betrouwbaarder worden. Een misschien nog wel belangrijker element is het stabiel maken van de cellen. De stabiliteit hangt namelijk sterk af van de vloeibare fase, het elektrolyt. Een dergelijke cel moet namelijk tien jaar lang in de volle zon zijn werk kunnen doen. Het probleem is dat organische oplosmiddelen niet tegen licht kunnen. En dat is niet het enige. Ook worden allerlei afbraakreacties in gang gezet doordat er zoveel elektronen in het rond vliegen. De onderzoekers van de Technische Universiteit zijn dan ook op zoek gegana naar een variant die gebruik maakt van een vaste stof in plaats van het vloeibare elektrolyt. De variant die op de TU wordt onderzocht maakt gebruik van geleidende polymeren. Deze polymeren absorberen het licht en doen bovendien meteen dienst als gatengeleider.

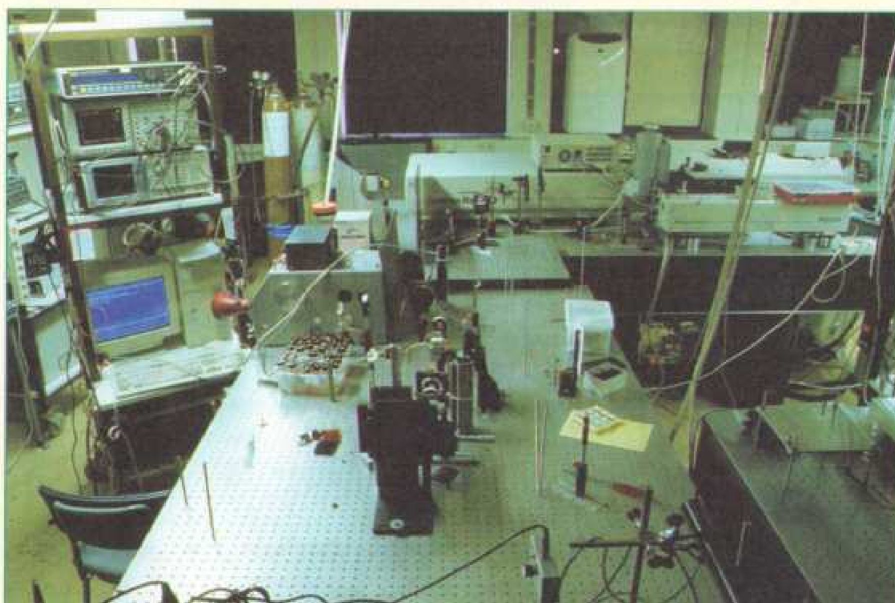
Ook hier komt een probleem om de hoek. De poriën in het titaandioxide zijn evenals de nanobolletjes ongeveer 20 nanometer. Het polymeer is echter tien keer zo lang. Een methode waar aan wordt gewerkt is om de titaandioxide spons om het polymeer heen te bouwen. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een zogenoemde titaanprécursor (een précursor in dit verband is een nog niet volledig verwerkt mengsel of samenstelling. De DikkeVan Dale zegt hierover: iets dat onvermijdelijk aan iets anders voorafgaat). Wordt een druppel van het mengsel van dit titaanprécursor en een oplossing van het polymeer op een zeer snel draaiende schijf aangebracht, ontstaat er een dunne laag vloeistof. Deze vloeistof verdampt snel. Wat er achterblijft is een dunne film met de opgeloste stoffen. We praten hierbij over de zogenoemde spincoating techniek. Deze laag wordt vervolgens verhit om het gewilde



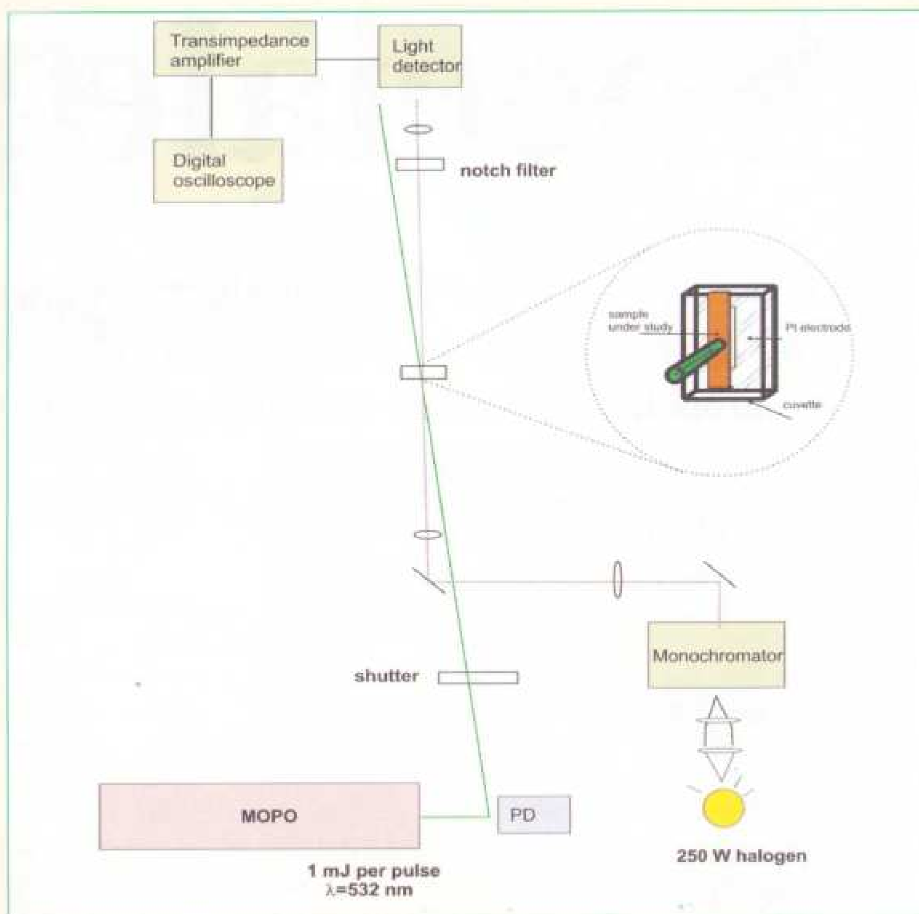
Boven het hart van de AL-CVD reactor.



Afb. 10 Een voorbeeld van wat we met de AL-CVD kunnen bereiken. Hier is een plakje silicium zichtbaar warain groeven zijn geëtst. Deze groeven zijn met behulp van de AL-CVD techniek voorzien van een dun en uniform laagje aluminiumoxide. Deze foto is afkomstig van het Microchemistry, Finland en laat zien wat nog geen andere techniek voor elkaar krijgt.



Afb. 11 Hier wordt een opstelling voor het meten van fundamentele processen in zonnecellen getoond. Er wordt gebruik gemaakt van twee gekoppelde lasereenheden. Een deel van het onderzoek richt zich op het binnenste van de zonnecel, waar het elektronentransport plaatsvindt.



***Afb. 12** In deze opstelling kunnen kleine veranderingen (minder dan een honderste procent) in absorptie worden gemeten. Deze meting gaat over het hele zichtbare en nabije infrarood gebied (400 – 4000 nm). Er wordt gebruik gemaakt van een zogenoemde transiënt absorptietechniek. De absorptie van de zonnecel bij een bepaalde golflengte wordt continu met een lichtbundel gemeten.*

titaandioxide te verkrijgen. Het probleem wat nu ontstaat is dat er geen goede menging is opgetreden en de cel toch niet zo functioneert als we willen. De onderzoekers aan de Technische Universiteit zijn daarom overgegaan op het gebruik maken van een zeer fijne mist. Deze mist bestaat uit druppeltjes van het eergenoemde titaanprécursor. Deze druppeltjes worden door de over geblazen en regent vervolgens op de spincoater neer. Hierop bevindt zich een druppel van de polymeeroplossing.

Momenteel werken zes groepen aan het fenomeen, waarmee Nederland koploper is op dit gebied. Het onderzoek wordt mede gefinancierd door Shell. Tevens wordt er samengewerkt met het Dutch Polymer Institute in Eindhoven. Dit instituut behoort tot de top in Nederland. Het lijkt allemaal ver weg, maar als we kijken hoe lang er al onderzoek aan de amorfe silicium zonnecel wordt gedaan (ruim 25 jaar), kunnen we dus nog wel het een en ander verwachten op het terrein van deze nieuwe ontwikkeling op zonnecelgebied. Helemaal als we bedenken dat de onderzoekers in 2010 het break-point denken te hebben bereikt voor wat betreft de kosten van elektriciteit uit zonnecellenen ten opzichte van de energie uit conventionele technieken.

Met dank aan: prof. dr. Joop Schoonman en dr. Albert Goossens.

Foto's zijn, indien niet anders aangegeven, afkomstig van de Technische Universiteit Delft.

Literatuur en onderzoeksprojecten:

Photovoltaic Devices Based on Dye-Sensitized Oxidic Semiconductors, Ir. G.K. Boschloo, Dr. A. Goossens.

Photovoltaic Devices Based on Dye-Sensitized Oxidic Semiconductors, Drs. M.A. Hamstra, Dr. A. Goossens.

Opto-Electronic Properties of Oxidic Semiconductors with Nanometer-Scale Dimensions, Ir. R. van de Krol, Dr. A. Goossens.

Boron Phosphide (BP), Ir. E. Schroten, Dr. A. Goossens.

Delft Integraal, 2000-4, Nanodeeltjes spelen met elektronen.

Delft Integraal 2000-4

Het rendement van verschillende soorten zonnecellen

Soort	Fabrikant	Rendement	Opmerkingen
Standaard halfgeleidercellen			
Multi-kristallijn silicium	Shell Solar	5 %	Veel materiaalverlies
Amorfe silicium	BP	9 %	Rendement loopt terug bij gebruik tot 7,5 %Solarex
II-VI halfgeleiders	Siemens Solar	15 %	Dunne laag halfgeleiders op basis van CulnSe2 en CdS
III-V halfgeleiders		24 %	Erg duur. Worden uitsluitend toegepast in de ruimtevaart
'Organische' zonnecellen			
Graetzel-cel		10 %	
Plastic zonnecellen		2 %	

De zonnecel van de toekomst bestaat uit een dunne laag lichtgevoelig materiaal en heeft een rendement van circa 10 % tot 15 %. Op dit moment komen daar alleen de II-VI halfgeleiders voor in aanmerking. Nederland doet hier nauwelijks onderzoek naar. De speerpunten van NOVEM en het Ministerie van Economische Zaken zijn het amorf silicium (deze zijn erg goedkoop te produceren), de Graetzel-cel en de plastic zonnecel.

Speciale a

Deze aanbieding betreft de belangrijkste data-opslag producten van dit n
alleen bij vooruit betaling op het onderstaande nummer of via het eenm
afboeken. Nadat de afboeking is gecredite

BASF DATA MEDIA CD-R(W) / DVD

CD-R BASF	Pack/Product	Capacity	Code	Min	17,5%BTW Hfl	19%BTW Hfl
CD-R BASF 74MIN EXTRA- 8X	10-PACK- Jewel Case	650 MB	344553 CT	10	19,49	19,74
CD-R BASF 74MIN EXTRA-12X	10-PACK- Jewel Case	650 MB	344553 CTZ	10	19,49	19,74
CD-R BASF 74MIN EXTRA- 8X	10-PACK- Cliptray	650 MB	346168 CT	10	22,75	23,04
CD-R BASF 74MIN EXTRA- 12X	10-PACK- Cliptray	650 MB	346168 CTZ	10	22,75	23,04
CD-R BASF 80MIN EXTRA- 8X	10-PACK- Jewel Case	700 MB	346380 A	10	20,80	21,06
CD-R BASF 80MIN EXTRA- 12X	10-PACK- Jewel Case	700 MB	346380 CTZ	10	20,80	21,06
CD-R BASF 74MIN MULTISPEED- 16X	10-PACK- Jewel Case	650 MB	346405 CT	10	24,04	24,35
CD-R BASF 74MIN CERAMGUARD- 8X	10-PACK- Jewel Case	650 MB	345466 A	10	26,64	26,98
CD-R BASF 74MIN CERAMGUARD- 12X	10-PACK- Jewel Case	650 MB	345466 CTZ	10	26,64	26,98
CD-R BASF 74MIN PRINTABLE WHITE- 12X	SPINDLE OF 25	650 MB	347403 RD	10	48,91	49,53
CD-R BASF 74MIN PRINTABLE WHITE- 12X	SPINDLE OF 50	650 MB	347276 RD	10	96,19	97,42

ADDITIONAL HARDENED? WHITE PROTECTIVE LAYER? IN WHICH CERAMIC PARTICLES ARE EMBEDDED

ALL CD-R PRICES ARE EXCLUDING LEVY

CD-R BULK	Pack/Product	Capacity	Code	Min	Hfl	Hf
CD-R BULK 74MIN- 12X	100 PS	650 MB	565244 TT	5	149,47	151,38
CD-R BULK 74MIN PRINTABLE- 12X	100 PS	650 MB	565244 ITR	5	143,81	171,14
CD-R BULK 74MIN PRINTABLE WHITE- 12X	100 PS	650 MB	565244 INK	5	143,81	171,14
CD-R BULK 74MIN- 12X	SPINDLE OF 50	650 MB	565251 TT	10	71,90	85,56
CD-R BULK 74MIN- PRINTABLE- 12 x	SPINDLE OF 50	650 MB	565251 ITR	10	77,44	92,15
CD-R BULK 74MIN- PRINTABLE WHITE- 12x	SPINDLE OF 50	650 MB	565251 INK	10	77,44	92,15
CD-R BULK 80MIN- 12X	100 PS	700 MB	565250 TT	5	138,28	164,55
CD-R BULK 80MIN- PRINTABLE- 12X	100 PS	700 MB	565250 ITR	5	149,34	177,71
CD-R BULK 80MIN- PRINTABLE WHITE- 12X	100 PS	700 MB	565250 INK	5	149,34	177,71
CD-R BULK 80MIN- 12X	SPINDLE OF 50	700 MB	565252 TT	10	71,90	85,56
CD-R BULK 80MIN -PRINTABLE- 12X	SPINDLE OF 50	700 MB	565252 ITR	10	77,44	92,15
CD-R BULK 80MIN- PRINTABLE WHITE-12X	SPINDLE OF 50	700 MB	565252 INK	10	77,44	92,15

CD-RW BASF	Pack/Product	Capacity	Code	Min	Hfl	Hf
CD-RW BASF 74MIN- 4X	10- PACK- Jewel Case	650 MB	346444 CT	10	44,19	44,76

DVD BASF	Pack/Product	Capacity	Code	Min	Hfl	Hf
DVD-R BASF	1XPACK	3,95 GB	345937 CT	10	79,42	80,43
DVD-R BASF	1XPACK	4,7 GB	347101 CT		Call	Call
DVD-RAM BASF	1XPACK	2,6 GB	345121 CT	10	66,62	67,47
DVD-RAM BASF	1XPACK	5,26 GB	345122 CT	10	96,25	97,48

LABELS CDR-CD-RW	Pack/Product	Code	Min	Hfl	Hfl
BASF LABELS FOR CDR-CD/CD-RW	25- PACK X 2	345202 A	10	12,81	12,97
BASF LABELS FOR CDR-CD/CD-RW	25- PACK X 2 WITH FIXING TOOL	346434 A	10	15,28	15,47
BASF LABELS FOR CDR-CD/CD-RW	25- PACK X 2 WITH SOFTWARE	346632 A	10	27,69	28,04

anbieding

...ment. Alle producten zijn van uitmuntende kwaliteit. De aanbieding geldt ...lig verstrekken van een machtiging om het betreffende bedrag te mogen ...d worden de bestelde producten verzonden.

PURCHASING INFORMATION

Bureau Belper communications
Batterijlaan 39
1402 SM Bussum

Sales Administration **Dirk Scheper**
Telephone **0031/(0) 35 6424831**
Fax **0031/(0) 35 6936293**
e-mail **rbe-info@euronet.nl**

PRICES

Prices in Hfl — All prices are including taxes (V.A.T.) after 31-12-2000 19% list

ALL CD-R PRICES ARE EXCLUDING LEVY

MINIMUM ORDER VALUE

<Hfl.250 — Lower we charge Hfl. 50 costs each delivery.

>Hfl. 250 — Above without cost

PRICE LIST ISSUE INFORMATION

This special offer is valid till 15-02-2001

Deze coupon kunt u ongefrankeerd versturen naar:
RB Elektronica
Antwoordnummer 613
1400 WB Bussum

☐ **Betaalwijze aankruisen a.u.b.**

Eénmalige machtiging.
Ik machtig Bureau Belper om éénmalig het bedrag van mijn bestellingen af te schrijven van onderstaande bank- of girorekening.
(Het bedrag wordt pas na 10 dagen van uw rekening afgeschreven)

☐ Giro

of ☐ Bank

Geboortedatum

Telefoonnummer

Handtekening

Bestelkaart

Even bellen of een e-mailtje sturen!

+31(0)35 6936293 - Belper@Euronet.nl

Aantal	Bestelnummer	Artikelomschrijving	Prijs
		Totaalbedrag	

Voorletters + Naam — Dhr. ☐ Mw. ☐

Straat — Nummer

Postcode — Plaats — Datum

De wondere wereld van de zonne-energietechniek

Bestel snel en bel meteen...
0800 - 099 66 00

Zonne-energie experimenteerdoos 'Professor'

Leer de wereld van de zonne-energie kennen. De zonne-energie experimenteerdoos 'Professor' stelt u in staat om de verschillende toepassingsgebieden van deze milieuvriendelijke energiewinning te ontdekken. Om nauwkeurig en nauwgezet te kunnen meten en experimenteren kunnen de meetgegevens met behulp van de meegeleverde multimeter geregistreerd en beoordeeld worden. Behalve 4 kristalline zonnecellen wordt tevens een digitaal meetapparaat waarmee alle meetgegevens opgeslagen en gebruikt kunnen worden meegeleverd. Eveneens worden een motor, verschillende elektronische componenten, een waterpomp enz. meegeleverd. Incl. een uitvoerig handboek.

Bestnr. 11 30 26-14
€ 54.43 ƒ 119.95



119.95

Kosmos experimenteerdoos Solartec



179.95

Hiermee krijgt u in meer dan 50 experimenten in alle wetenschappelijke details antwoord op: de combinatie zonnecel - motor • Variaties in de belichtingswijze • Meten van elektrische grootheden • Specifieke eigenschappen van de zonnecel • De zonnecel als diode • De invloed van de belichtingsintensiteit en de kleur van het licht • Onderzoeken van verschillende stralingsbronnen • De afhankelijkheid van verschillende invalshoeken • Diffuse straling • Wegen van de stralingsconcentraties • De karakteristiek van de zonnestraling - schakelen van de zonnecellen: de uitwerking van serie- en parallelschakeling • Uitschakelingseffecten • Optimalisatie van het vermogen. Bij de praktijkgerichte toepassingen behoren een lichtdetector, stroboscoop, lichtgestuurde geluidsopwekking en zonnemobiel dat kan rijden.

Bestnr. 11 15 54-14 € 81.66 ƒ 179.95

Kosmos zonne-energie-modellen

Op eenvoudige wijze wordt gedemonstreerd hoe het ongrijpbare medium licht in voelbare mechanische aandrijfenergie kan worden omgezet. Aan de hand van een zonnecel, een daarop afgestemde motor en prefab-onderdelen, kunnen met een beetje knutselen aantrekkelijke, door zonne-energie aangedreven modellen zoals een helikopter, draaimolen, miniatuurbioscoop, enkelspoors locomotief en zelfs een zonnemobiel die kan rijden, worden gebouwd.

Bestnr. 11 15 62-14
€ 22.67 ƒ 49.95



49.95

Metalen bouwpakketten op zonne-energie



89.95

Door scholen als leermiddel erkend, wekken deze bouwpakketten al bij schoolkinderen de interesse in het omgaan met zonne-energie op. Maar ook de geoefende hobbyist heeft plezier van de 210 onderdelen. Steeds opnieuw kunnen verschillende modellen worden gebouwd, zoals bijv. een windmolen, een vliegtuig, een draaischijf, enz.

Bestnr. 11 09 57-14 € 40.82 ƒ 89.95

Zonnecel experimenteerbouwpakket

150 experimenten - geen batterijen - solderen is niet nodig. In het uitvoerige instructieboek worden meer dan 120 interessante experimenten zeer begrijpelijk beschreven. Inhoud: Elektronische gelijkstroommotor 600 mA • Zonnecel • Meetinstrument • Zonneboiler • Paraboolreflector • Vergrootglas • Thermometer • Diodes • LED • Reageerbuisjes, enz.

Bestnr. 19 67 97-14 € 22.67 ƒ 49.95



49.95

CONRAD
INZICHT IN ELEKTRONICA EN TECHNIEK

Postorder
Postbus 12 7500 AA Enschede
Gratis bestellijn
0800-099 66 00

Fax
053-428 30 75
E-mail
bestelling@conrad.nl